año LXXXVIV ▪ N.° 987

INGENIERIA NAVAL

enero 2020

Revista del sector Marítimo

Tecnología ZF – porque garantizamos
Una transmisión de potencia eficiente
y sin problemas.

Los operadores de flotas y armadores quieren embarcaciones altamente eficientes y fiables. Los equipos de a bordo deben ser fáciles de mantener, tener bajos costes de mantenimiento y funcionar perfectamente durante todo el día, en las condiciones más exigentes. ZF Marine ofrece sistemas completos que comprenden desde reductores, ejes, cojinetes, hélices o sistemas de control para poder satisfacer todos sus requisitos, además nos comprometemos a ofrecerle un servicio y soporte posventa en todo momento. ¡Ayudamos a que su negocio sea rentable! Visite aftermarket.zf.com/es

ZF | AFTERMARKET

propulsión: ahorro energético

sumario

INGENIERIA NAVAL
año LXXXVIV ▪ N.° 987
enero 2020

7 editorial / *editorial comment*

9 coyuntura del sector naval
shipping and shipbuilding news

"El clima y los barcos. ¿Tendremos que cambiar nuestra manera de vivir?", por José-Esteban Pérez García

Preguntas y Respuestas sobre emisiones a la atmósfera del transporte marítimo, por Anave

22 observatorio / *observatory*

"Consideraciones sobre las operaciones de compraventa de buques en el mercado de segunda mano", por G. Polo y D. Díaz

29 propulsión / *propulsion*

36 oil&gas / *oil&gas*

38 medio ambiente / *environment*

40 industria 4.0 / *industry 4.0*

42 pesca / *fishing*

44 náutica / *nautical*

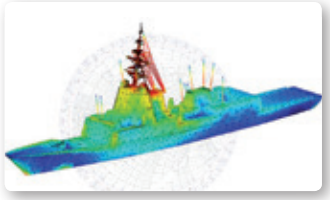
46 noticias / *news*

55 nuestras instituciones / *our institutions*

Resumen de la Conferencia sobre Gemelo Digital del programa del Programa BE Leaders

59 Blog de Exponav: de Nereidas a Buques
"Circunnavegando" el "Aula": la "prensa escuela"", por R. Villa.

62 artículo técnico / *technical article*



"Comportamiento electromagnético de superestructuras de buques militares. Diseño, análisis y verificación" por J. M. de los Reyes Rodríguez.

77 clasificados / *directory*

ZF

PRÓXIMO NÚMERO / COMMING ISSUE

Reparaciones y transformaciones. Astilleros de reparación. Pinturas y protección de superficies
Repairs & Conversions. Repair yards. Paint and surface protection

Consejo Técnico Asesor

D. Francisco de Bartolomé Guijosa
D. Manuel Carlier de Lavalle
D. Diego Colón de Carvajal Gorosabel
D. Luis Francisco García de España
D. Víctor González
D. Rafael Gutiérrez Fraile
D. José María de Juan-García Aguado
D. José Antonio Lagares Fernández
D. Nandi Lorensu Jaesuria
D. Agustín Montes Martín
D. Francisco Javier del Moral Hernández
D. Miguel Ángel Palencia Herrero
D. José Esteban Pérez García
D. Gonzalo Pérez Gómez
D. Mariano Pérez Sobrino
D. Gerardo Polo Sánchez
D. José María Sánchez Carrión
D. Jesús Valle Cabezas
D. Fernando Yllescas Ortiz

Enermar

Siemens Gamesa proveerá al mayor proyecto eólico marino de EE. UU.

Simens Gamesa Renewable Energy será el principal proveedor del parque eólico marino Dominion Energy Virginia Offshore Wind, que se convierte en el mayor proyecto anunciado hasta día de hoy en el mercado 'offshore' de energía eólica estadounidense.

http://bit.ly/2R5GbJD

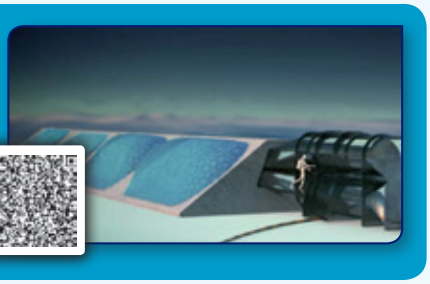
Un proyecto de gigantes en mitad del Mar del Norte

Hornsea es, sin duda, uno de los proyectos más ambiciosos llevados a cabo en el campo de la energía eólica offshore en Europa. Contará con dos fases una de 1,2 GW que entrará en servicio a comienzos de 2020 y una segunda de 1,4 GW que está actualmente en fase de construcción.

http://bit.ly/37QmMlh

La próxima generación de energía undimotriz será desarrollada en Lanzarote

La Santa, en Lanzarote se convertirá en el enclave estratégico para la instalación de un nuevo sistema de generación de energía limpia, basado en el aprovechamiento de la energía de las olas, pionero en su campo.



http://bit.ly/2HxboAr

Noticias

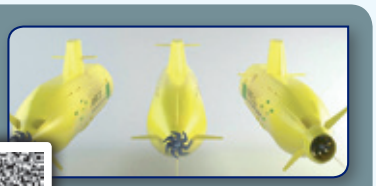
***Shandong*: el nuevo portaaviones de China**

Aquí encontrarás el vídeo de la botadura e imágenes del mismo navegando, una realidad para esta Armada que, al igual que sucede con todas, no ha estado exento de polémica.

http://bit.ly/35T6YwA

Australia aprueba el proyecto de diseño y fabricación de su primer submarino de investigación

Australia se prepara para construir su primer submarino de investigación. El proyecto arrancará el próximo mes de febrero y finalizará pasados tres años.



http://bit.ly/382eDKM

http://www.facebook.com/groups/ingenierosnavales

http://linkd.in/13n4zoS

http://twitter.com/ingnaval

staff

año LXXXVIV • N.º 987

INGENIERIA NAVAL

enero 2020

Revista editada por la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España. Fundada en 1929 por Aureo Fernández Ávila, I.N.

Presidente de AINE y de la Comisión de la Revista
José de Lara Rey, Dr. I.N.

Vocales de la Comisión de la Revista
Raúl Villa Caro, Dr. I.N.
Jorge Pla Peralonso, I.N.
Pablo Ruiz de Aguiar Díaz-Obregón, I.N.

Asesor
Francisco Archanco Fernández, I.N.

Redacción
Verónica Abad Soto, I.N. (Redactora Jefe)
Borja Ramón Franqueira Mata

Publicidad
Dirección Comercial Baupress, S.L.
Rafael Crespo Fortún
Tels.: 915 102 059 / 609 117 340
Fax: 915 102 279

Administración
Noemí Cezón López

Dirección
Castelló, 66 - 28001 Madrid
Tels.: 915 751 024 / 915 771 678
e-mail: revista@sectormaritimo.es
www.sectormaritimo.es

Diseño y maquetación
DiseñoPar Publicidad S.L.U.
Tel.: 912 235 650 / 616 948 610
www.parpubli.com

Impresión
Imedisa Material de Oficina, S.L.
Tel: 914861606

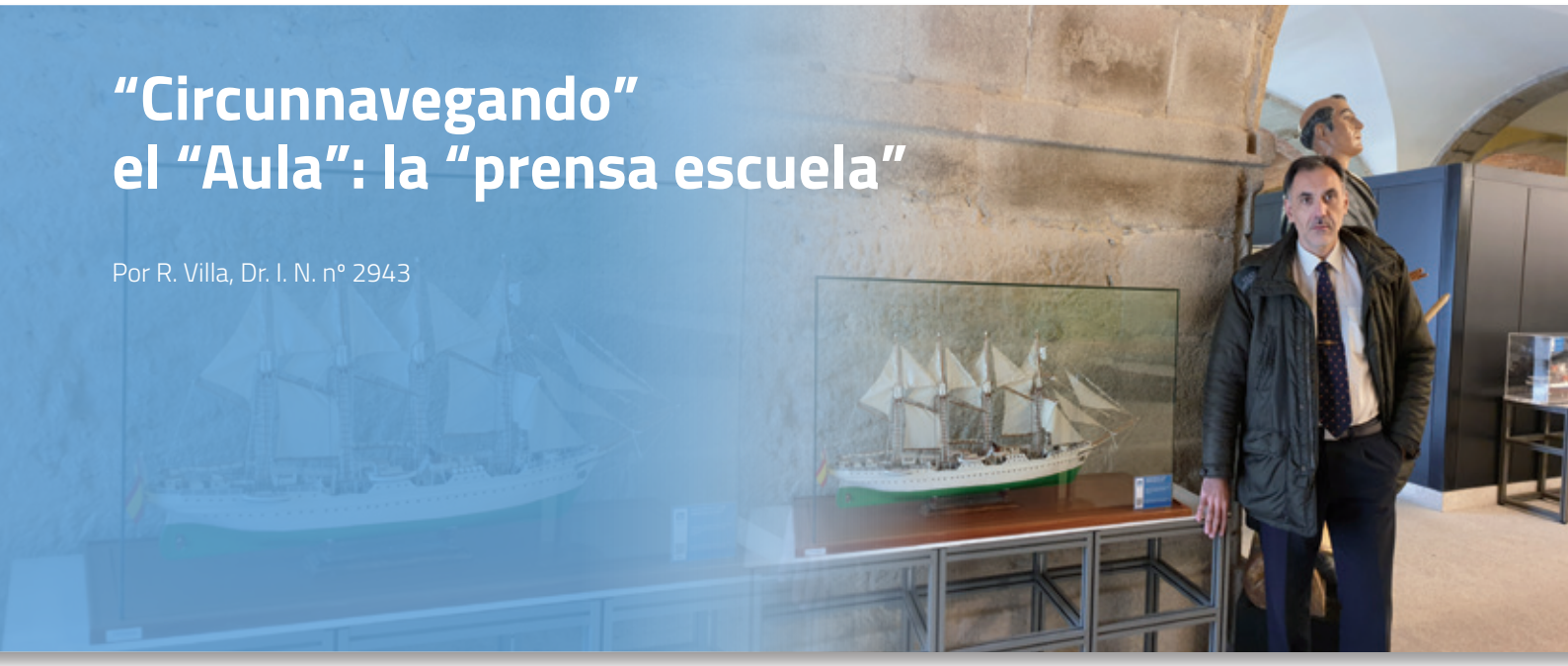
Suscripción Anual / *Subscription Fee (2020)*:

Electrónica general	70,00 €
Electrónica estudiantes	35,00 €
Papel + electrónica (sólo España)	90,00 €

Notas:

No se devuelven los originales. La Revista de Ingeniería Naval es una publicación plural, por lo que no necesariamente comparte las opiniones vertidas por sus colaboradores en los artículos, trabajos, cartas y colaboraciones publicados, ni se identifica con ellos, y sin que esta Revista, por su publicación, se haga en ningún caso responsable de aquellas opiniones. Los firmantes de los artículos, trabajos, cartas y colaboraciones publicados son autores independientes y los únicos responsables de sus contenidos. Se permite la reproducción de nuestros artículos indicando su procedencia, pero no la distribución de la revista por ningún tipo de medio (electrónico y/o físico).

Publicación mensual
ISSN: 0020-1073
Depósito Legal: M 51 - 1958



"Circunnavegando" el "Aula": la "prensa escuela"

Por R. Villa, Dr. I. N. nº 2943

Todos los miércoles en el suplemento del diario de la "Voz de Galicia", aparece ante nosotros el proyecto "Prensa-Escuela". Se trata de una apuesta con ya treinta y siete años de vigencia, que persigue que la prensa llegue a la escuela y se convierta en un elemento pedagógico en el proceso de aprendizaje de los alumnos. El objetivo actual de este programa, centrado en los cursos de la ESO (secundaria), y representado principalmente por ese semanario de los miércoles, de ocho páginas, denominado la "La Voz de la Escuela", pretende desarrollar el sentido crítico de los estudiantes a través de la prensa, y al mismo tiempo fomentar el uso de las nuevas tecnologías en las aulas. Para llevar a cabo este trabajo, "Prensa-Escuela" cuenta en la actualidad con un equipo formado por aproximadamente cincuenta colaboradores, entre los que se encuentran ingenieros, pedagogos, científicos, investigadores y periodistas, que aportan su profesionalidad para captar la atención de los casi cincuenta mil alumnos y más de mil profesores ubicados en los más de quinientos centros educativos, que participan en esta iniciativa en Galicia. Además, desde el dos de octubre del pasado año, coincidiendo con el inicio del actual curso escolar, la contraportada de ese suplemento semanal dedica una sección denominada "Circunnavegando el aula", a artículos relacionados con el quinto centenario del viaje de Magallanes y Elcano que hemos celebrado en 2019.

Figura 1. Portada Voz de la Escuela del 2 de octubre de 2019, *Nao Victoria* junto al *BAM Furor*

Objetivos específicos de la prensa escuela

Los objetivos perseguidos por este proyecto, bastante ambicioso, son mucho más amplios que la simple edición de un periódico impreso. Se pretende lanzar un mensaje para alumnos y profesores.

En lo referente a los alumnos, se espera que después de participar en este proyecto sean capaces de usar la prensa como un recurso didáctico que facilite el desarrollo de sus actitudes y destrezas personales (educación para el ocio, estudio del medio, inserción en servicios sociales, etcétera). Además, se aspira a que aprendan a leer la prensa, a expresar libremente su opinión, y a debatir en grupo. Y finalmente se pretende que conozcan la organización de los medios de comunicación, así como su influencia en la sociedad.

En cuanto a los profesores y las escuelas, con el proyecto se quiere recordar a los docentes la importancia que tiene la información en la educación de los alumnos. Además, por medio del suplemento, se pretende dotar al profesorado de nuevos medios didácticos que les ayuden a desarrollar nuevas estrategias educativas, tales como actividades o actualizaciones de los libros de texto, que además sirvan para establecer una conexión histórica entre lo que sucede hoy (noticias del suplemento), lo que sucedió ayer (en los libros de texto), y lo que sucederá en el futuro.

Circunnavegando el aula en Exponav

Como adelantaba en la cabecera de este artículo, el dos de octubre, y en la octava y última página del semanario de los miércoles, iniciando un nuevo curso, nació la sección "circunnavegando en el aula". Se trataba de una colección inicial de doce artículos, pero debido al éxito de la iniciativa, se ha solicitado la ampliación de cuatro artículos más.

Destacar, que, dentro de los objetivos generales de esta iniciativa, dirigida por Jesús Garrido, destaca una propuesta específica, centrada en los objetivos de la "circunnavegación", coordinada por la profesora Susana Vázquez, del Colegio de Santa María del Mar (A Coruña). Susana también es autora de artículos del semanario, y nos cuenta que la aventura más atrevida de la historia de la humanidad, la expedición que cambió el mundo, cumple 500 años desde que el 10 de agosto de 1519, 239 hombres partieron de Sevilla hacia las islas de las Especias o Molucas. Se trataba de un camino desconocido, un destino del que no se podía asegurar su existencia, una travesía larga para los medios de la época y con una tripulación española que iba a ser comandada por el portugués Fernando de Magallanes. Lo que pudo ser una película de terror se convirtió, apunta Susana, gracias al coraje de sus protagonistas y a distintas causalidades, en un paso de gigante en la historia de la humanidad. Su importancia fue decisiva para con-

Circunnavegando el aula

Figura 2. Contraportada Prensa Escuela del 2 de octubre de 2019

firmar que América era un continente, y para conocer la dimensión real del mundo, siguiendo el camino del sol.

Además, esta propuesta del suplemento "la voz de la escuela" ha buscado un nexo de unión con la fundación Exponav, mediante el encargo de la elaboración de varios artículos para el semanario, relacionados con la circunnavegación, donde se explican aspectos relacionados con la ingeniería naval, el gobierno y estabilidad de los barcos de la expedición, y la construcción naval en general; que puedan encajar en el currículum escolar e involucren a los centros y al profesorado en las futuras acciones que se van a desarrollar. El encargo abarca la propuesta de una serie de actividades que se puedan llevar a cabo en el aula, y el uso de recursos de internet. Se pretende que todo este trabajo se lleve a cabo en un lenguaje divulgativo orientado a un público formado por maestros y estudiantes de secundaria. En el futuro, el año próximo, se pretenden organizar en los colegios actividades marítimas con los estudiantes, que puedan desembocar en jornadas en el museo de la construcción naval.

En el semanario, la gesta de la "circunnavegación" se está tratando desde distintas áreas: lenguas (diario de Pigaffeta), historia (biografía de Magallanes y Elcano), música, biología (escorbuto), tecnología (tecnología de la época y conservación de alimentos), matemáticas (trigonometría, radio de la Tierra, etc.), cultura clásica (mitología y monstruos marinos), tutoría y orientación (ciudadanía global), y ahora, desde Exponav, cartografía (paralelos y meridianos) y navegación y estabilidad (principio de Arquímedes); quedando abierta una puerta futura sobre la temática de vientos y corrientes de la época.

La estructura de estos artículos incluye de forma general un título, una introducción de unas seis líneas, y un texto dividido en unos tres sectores. Después aparecen una serie de actividades, recursos, y una fotografía. A las actividades se les da un lenguaje directo y sencillo.

El New York Times y su relación con Jesús Garrido

Jesús Garrido Suárez, creador y promotor de La Voz de la Escuela desde la publicación del primer número, es un experto pedagogo especializado en temas de aprendizaje, dirección de grupos, relaciones interpersonales y medios de comunicación. Fue director del Colegio Santa María del Mar de A Coruña (1965-1975) y fundó y presidió la Asociación Pedagógica Padres y Maestros (1965-1977) y la sociedad del mismo nombre (1977-1992). Desde 1970 ha impartido centenares de cursos sobre organización de centros educativos, reciclaje de profesores y sobre la utilización de la prensa en la escuela.

Jesús me contó hace unas semanas que existía una conexión personal entre "Prensa Escuela" y el "New York Times", periódico que ya suma más de tres millones de suscriptores de la edición digital. La conexión se centra en "The Learning Network", versión americana en inglés de la voz de la escuela, y con objetivos similares. Learning Network busca conectar el aula con el mundo, dar voz a los estudiantes y promover su pensamiento crítico. Para ello este diario publica alrededor de mil recursos gratuitos de enseñanza cada año (entre artículos, ensayos, imágenes, videos, gráficos y podcasts) como herramientas de enseñanza para todas las materias.

Cambiando de tema, y volviendo a la circunnavegación, me comentaba Jesús Garrido con resignación, que un tanto por ciento muy alto de los coruñeses, desconocían que el último viaje de Elcano (el que se inició en 1525), partió de A Coruña. En aquel viaje, que algunos consideran un fracaso de travesía por el Pacífico, murieron Juan Sebastián Elcano y Fray García Jofre de Loaísa (el jefe de la expedición), y de los siete barcos que iniciaron el viaje (portando unos 450 hombres, principalmente gallegos y vascos), solo dos lograron llegar a Las Molucas, con tan solo un centenar de tripulantes. Y de ellos, solo una decena volvió a España. Destacar que entre los que pudieron regresar, se encontraba un joven llamado Andrés de Urdaneta, al que la historia todavía le guardaría otro capítulo importante años después. Su amarga experiencia inicial no impidió que Urdaneta volviera a embarcarse cuarenta años después con Legazpi, y fuera el descubridor de una ruta de vuelta desde Filipinas, que fue utilizada por los españoles durante más de doscientos años.

Circunnavegando el aula. La cartografía de la época de la expedición de la primera vuelta al mundo de Fernando de Magallanes y Juan Sebastián Elcano utilizada para cruzar los océanos (Resumen de Voz de la Escuela del 27 de noviembre de 2019)

Circunnavegar el mundo no era fácil en 1519. Los marinos tenían que aprovechar las corrientes marinas y orientarse en alta mar mediante la observación de astros. Aunque en aquella época ya existían cartas náuticas, donde se trazaban los rumbos de los buques. Se debe pensar que, en aquellos años, el poseer los datos de la cartografía, era una de las cosas más importantes que podía existir para poder pensar en dominar el mundo.

El viaje de circunnavegación al mundo de Magallanes y Elcano, sirvió para ratificar que la Tierra era redonda, algo que se conocía al menos desde 1492. La única carta firmada existente del año 1522 perteneció a Nuño García de Toreno. Se trata de la primera carta española en la que figuran las Islas Filipinas, pero hay quien piensa que está incompleta, ya que no se representa América en ella. De aquella época también se debería destacar al portugués Diego Ribera, quien realizó en 1529 la Carta Universal, primer mapa que mostró por completo el mundo que Juan Sebastián Elcano había circunnavegado.

En aquellos momentos la gran preocupación de los cartógrafos era encontrar una trayectoria del buque que mantuviera un rumbo constante. Pero hubo que esperar hasta 1569 para que el geógrafo belga "Gerardus Mercator" ideara una carta (la "mercator") en la que las rutas de rumbo constante se representaran como líneas rectas. Este tipo de carta de navegación es el más usado hoy en día.

Imagínate que eres el capitán de una nao y te haces a la mar con la única ayuda de una brújula y un mapa para orientarte. ¿Qué trayectoria seguirías para llegar a buen puerto? Seguramente el camino más corto.

A la navegación resultante de viajar por la trayectoria más corta, se la denomina ortodrómica. Este tipo de navegación presenta el inconveniente de que exige que se vaya modificando el rumbo en el buque que te marca la brújula, ya que no va cortando a los meridianos con un ángulo constante, por lo que no puede plasmarse en la proyección mercator como una línea recta.

Pero existe otra posibilidad, la navegación loxodrómica, en la que el barco sigue la trayectoria que marca la brújula, es decir, el mismo rumbo. Este tipo de navegación consiste en viajar desde un punto a otro con un rumbo constante y fijo. De esta forma, los buques van cortando a los distintos meridianos, bajo el mismo ángulo. Este tipo de navegación es muy sencilla para los barcos, ya que no tienen que ir modificando el rumbo plasmado sobre la carta náutica (la mercator), que además se representa como una línea recta. No obstante, y a pesar de su simplicidad, no se trata de la navegación óptima, ya que no indica la distancia más corta entre dos puntos, debido a la curvatura de la tierra.

Aprendido esto, es lógico que los buques que navegan grandes distancias, lo hagan por la distancia más corta, es decir, por la trayectoria ortodrómica, ya que esto supondrá un ahorro de tiempo. Sin embargo, y como curiosidad, destacar que las aves que llevan a cabo migraciones largas, vuelan siguiendo una trayectoria loxodrómica. Al parecer, y según estudios, prefieren volar una distancia algo mayor, antes que alterar su rumbo, ya que esto último provoca mayor cansancio en su sistema de orientación.

Circunnavegando el aula. La flotabilidad y estabilidad de la *Nao Victoria* y del resto de buques que participaron en la primera vuelta al mundo de Magallanes y Elcano (Resumen de la Voz de la Escuela del 11 de diciembre de 2019)

En aquellos tiempos, además de temporales y condiciones meteorológicas adversas, existían otros factores que podían afectar a la seguridad del barco, tales como vías de agua, descomposición de la madera del casco, o el fatídico ataque de la "broma". Este último es un feroz molusco (aún existe) que perforaba la madera de los buques, como si fuera una termita.

En aquel viaje, el ambiente en las bodegas tuvo que ser muy desagradable, provocado por el mal olor procedente de la putrefacción de los escasos alimentos. Pero curiosamente parece que esta atmósfera tranquilizaba a la tripulación, ya que era un indicativo de que no existían filtraciones del mar por el casco, lo que implicaba que la nao era estanca.

En la actualidad nao y buque son vocablos sinónimos, pero en aquella época la nao representaba al tipo de buque que fue la *Victoria*. Hay que destacar que no existen planos que permitan conocer con exactitud las dimensiones y el aspecto de aquel buque, pero según documentos estudiados, debió tratarse de un barco de aproximadamente 102 toneladas, de unos 28 metros de eslora (de largo) y 7,5 metros de manga (de ancho). Cuando zarpó

La cartografía de 1519

Alumnos preocupados por saber más

NUEVA WEB

Consulta todas las preguntas a un periodista en www.prensaescuela.es

Figura 3. Contraportada Prensa Escuela del 27 de noviembre de 2019

de España en 1519, su tripulación era de 45 hombres.

Por lo tanto, la *Victoria* fue un barco pequeño, en el que la vida a bordo presentaba muchas incomodidades, aunque a pesar de ello fue capaz de circunnavegar el mundo, de 1519 a 1522, soportando temporales, y cargado de especias. Para mejorar la estabilidad del buque, estaba cargado de piedras grandes en la parte baja de la bodega, para así descender el centro de gravedad.

En la antigüedad fue muy conocido en los buques el problema de la incrustación marina en los cascos de los barcos, y en la actualidad existen varios sistemas para combatir la incrustación; pero en contra de lo que pueda parecer, estos sistemas de anti-incrustación no son algo novedoso, ya que en el año 1556 pudo surgir la primera patente de estos sistemas, encabezada por fray Vicente Palentino de Corzula, para luchar contra la terrible "broma". Contra este molusco voraz ya se habían ensayado métodos anteriormente para destruirlo, mediante recubrimientos con brea, pero con resultados no satisfactorios.

Se debe tener en cuenta que al igual que un objeto hueco tiene poca densidad, porque en su mayoría está lleno de aire, con un barco ocurre algo parecido. Aunque sea de hierro, flota en el agua a causa del aire que tiene dentro. Por ello, aunque los barcos están hechos de materiales mucho más densos que el agua, la densidad de un barco en sí, es su peso total dividido por el volumen del casco. Esto significa que el casco debe tener un volumen exterior lo suficientemente grande como para dar a todo el buque una densidad ligeramente inferior a la del agua en la que flota. Esto se consigue gracias a que gran parte del interior de un barco está lleno de aire.

En el pasado, los barcos construidos y cargados en Europa a veces se hundían cuando llegaban a los trópicos por primera vez, por el cambio de las densidades del agua. Este problema fue superado en el año 1870 gracias a Samuel Plimsoll. Este parlamentario británico logró que los barcos se marcaran con lo que se conoció como el disco Plimsoll, una marca situada en el centro del buque, que indicaba el calado de un barco y el límite hasta el que se podía cargar.

Actividad: Rememora tus tiempos de estudiante, transpórtate a la época de la circunnavegación, haz de Magallanes, y demuestra por qué flotará tu nao. Para ello utiliza un recipiente de agua y demuestra que dos objetos de igual masa, pueden flotar o no, dependiendo de sus formas. Te puedes ayudar del recurso 1 inferior para entender, apoyándote en mi persona, el principio de Arquímedes y las relaciones entre la masa, el volumen y la densidad. Una vez finalizada tu actividad visualiza el recurso 2 y compara tu ejercicio con el del video. Recuerda que no debes ver el recurso 2 hasta que hayas realizado tu demostración.

- Recurso 1: https://youtu.be/p_Gx0Nl3-MQ
- Recurso 2: https://youtu.be/OYjyXtonpsI

Para finalizar, indicar que los últimos semanarios completos de la "Voz de la Escuela" se pueden descargar de forma gratuita en el siguiente enlace:

https://www.prensaescuela.es/hemeroteca/

As naves da primeira volta ao mundo

Alumnos preocupados por saber más

Consulta todas las preguntas a un científico en www.prensaescuela.es

Figura 4. Contraportada Prensa Escuela del 11 de diciembre de 2019