



Estudio del fenómeno del mareo, desde los factores psicológicos hasta el emplazamiento en el buque



Rodrigo Pérez Fernández

Ingeniero Naval por la Universidad Politécnica de Madrid. Actualmente, ejerce el cargo de *SENER Support Manager*, dando asistencia técnica y soporte en los proyectos de los futuros portaaviones y submarinos de la armada británica en *BAE SYSTEMS-Submarine Solutions*. Está a punto de entregar su tesis doctoral y con su proyecto fin de carrera *Trimarán de aluminio para 250 pasajeros a 42 nudos*, recibió el premio *PYMAR* al segundo mejor proyecto fin de carrera del curso 2006-2007.



José Mª Riola Rodríguez

Doctor Ingeniero Naval (UPM). Director del Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica de la Subdirección General de Tecnología y Centros del Ministerio de Defensa y profesor del Departamento de Arquitectura y Construcción Naval de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales (UPM).

Palabras claves: Ingeniería naval, mareo, aspectos psicológicos.

Resumen:

El mareo es una de las principales razones por las cuales la travesía por mar llega a ser un mal recuerdo para ciertas personas por culpa de su principal consecuencia, la náusea.

Este artículo pretende acercar el conocimiento del mareo a todos aquellos que sólo lo conocen desde un punto de vista personal, explicándolo, tanto matemática, como psicológicamente. Para la parte matemática, se ha recurrido a mostrar el fenómeno del mareo desde la visión de aquellos que han tratado de explicar este fenómeno por vía de fórmulas. Mientras que para la parte psicológica, se ha hecho un análisis con una muestra de doscientas trece personas. Esta información dará una visión de los distintos componentes psicológicos que afligen a los pasajeros cuando se embarcan. El mareo implica unas consecuencias en la seguridad, que hace que las reacciones ante determinadas situaciones sean menos efectivas y disminuye la operatividad de la gente que trabaja a bordo.

Key words: Naval engineering, seasickness, psychological aspects.

Abstract

Motion sickness is one of the main reasons why transport by sea becomes a bad memory for a number of people, mainly due to its main symptom, nausea. The aim of this technical paper is to characterize from a mathematical and psychological point of view a condition that has affected many of us in a personal manner. Regarding the mathematical characterization, an existing model will be reviewed and described. In the psychological aspects, a statistical study of two hundred and thirteen people was performed in order to provide a comprehensive view of the different psychological factors affecting the passengers. Motion sickness also impacts onboard safety, as it reduces the effectiveness and the operating capability of the crew when responding to hazardous situations.



seguido muy pronto de náuseas y vómitos, vértigos, sudores fríos, cardialgia, pulso débil y estado mental de fondo depresivo.

Los movimientos de los buques en la mar son los causantes del mareo y se pueden mitigar. De hecho, es una de las preocupaciones constantes de los ingenieros navales, aunque no precisamente por evitar que tripulantes y pasajeros se mareen sino, más bien, porque dichos movimientos son los causantes de multitud de averías.

Un buque en la mar es excitado por el oleaje y como respuesta se moverá alrededor de sus seis grados de libertad, así que oscilará y girará sobre cada uno de los tres ejes espaciales. Dichos movimientos dependerán de distintas circunstancias, en primer lugar, del estado de la mar en esa zona, que vendrá determinado por las olas y el periodo entre ellas. Además influye la propia maniobra, la velocidad y rumbo respecto de la mar y las características propias del barco, forma, masa e inercia. De los seis posibles movimientos, son el balance, la arfada y el cabeceo los que más influyen en el mareo, pero la investigación en este campo concluye que, sin ninguna

duda, son las aceleraciones verticales, tanto en frecuencia como en amplitud, sus principales causas.

Si las frecuencias de las aceleraciones verticales de oscilación están cercanas a las frecuencias naturales del buque, se darán condiciones de resonancia que aumentarán la amplitud de las oscilaciones. Al disminuir el poder de concentración del personal se produce una disminución de la operatividad de los sistemas y de la seguridad del buque en general. Para complicar más este fenómeno, dos personas cualesquiera no tienen la misma respuesta ante un mismo movimiento, ni incluso las respuestas son las mismas para una misma persona en un momento u otro. La existencia de movimientos continuados puede llegar a representar desde una ligera disminución de facultades a un estado de pérdida total de la capacidad de trabajo. Por un lado habrá que tener en cuenta los movimientos máximos admisibles para realizar ciertas operaciones con un mínimo de seguridad, realizadas en una zona delimitada durante un periodo limitado de tiempo y, por otro lado, la dosis de movimientos soportados durante un periodo prolongado.

Para el primer caso, se puede utilizar un método consistente en la utilización del *estimador de fuerza lateral*. Consiste en suponer que el tripulante tiene que realizar un trabajo en un punto, sosteniéndose de pie sin caerse. El límite de movimientos admisibles será aquel en el que la combinación de fuerzas: peso, fuerzas de inercia debidas a las aceleraciones vertical y transversal y fuerza del viento, de una resultante que no se salga de la base de sustentación. Por ejemplo, para un tripulante trabajando en una cubierta protegida del viento, con un calzado antideslizante, mirando en la dirección proa-popa y partiendo de que los tres movimientos más importantes son los de balance, arfada y cabeceo, el límite de los movimientos puede ser estimado con la expresión:

$$(1) \quad Z + \Phi \cdot x + \Theta \cdot (4z + y) \leq \frac{g}{\omega^2}$$

Pero, por supuesto, este nivel de movimientos necesarios para hacer caer a una persona es impensable en un buque de pasajeros. En este caso tiene una importancia mayor la aparición del mareo con la pérdida de confort que ello supone.

En las publicaciones iniciales sobre el mareo en los buques se ha utilizado con frecuencia, como indicador, el nivel de los movimientos de balance, no porque haya una relación directa entre su magnitud y la aparición de aquel, sino porque eran los más importantes y más estudiados hasta hace unas décadas.

Tal como se recoge en los trabajos de Griffin [6] y [7], ha habido gran cantidad de monografías sobre la relación entre el movimiento de los buques y la aparición del mareo en los pasajeros. De la misma forma que en los tratados de tipo fisiológico, se concluye que la causa fundamental de aparición de este mal es la aceleración vertical que sufre un pasajero durante un cierto tiempo.

Se analizará el modelo de cálculo de la probabilidad de mareo de un pasajero en un barco sobre el que incide un tren de olas regulares. Definiendo un sistema de coordenadas cartesianas referidas al buque, con origen situado en el centro de gravedad, y partiendo de que los movimientos oscilatorios son de pequeña magnitud, se deduce que la aceleración vertical, instantánea, en un punto del buque, de coordenadas (x, y, z) viene dada por la expresión:

$$(2) \quad \mathbf{a} = \mathbf{z}'' + \Phi \cdot \mathbf{y} + \theta \cdot \mathbf{x}$$

El valor instantáneo de la aceleración vertical es solo función de la posición horizontal de la persona y del valor de los movimientos de arfada, balance y cabeceo.

Estos tres movimientos no son independientes entre sí. La mayoría están producidos por las olas, y en el caso de olas regulares de periodo TW , los tres tendrían una forma de onda sinusoidal de igual periodo. Lo que sí es posible es que exista un cierto desfase entre unos y otros. Teniendo en cuenta que en general los pasajeros están distribuidos en los cuatro cuadrantes del buque, se deduce que no se comete un error considerable si se toma como valor medio del movimiento en un periodo de varios minutos o mayor:

$$(3) \quad \mathbf{M}^2 = \mathbf{Z}^2 + \Phi^2 \cdot \mathbf{y}^2 + \Theta^2 \cdot \mathbf{x}^2$$

Una vez definida la aceleración a que está sometido el pasajero, hay que relacionarla con su efecto sobre el mareo. Los expertos en el tema utilizan el concepto de *Dosis de Movimiento Mareante*, o que produce mareo, *Motion Sickness Dose Value (MSDV)*, que es igual al producto de la aceleración media cuadrática por la raíz cuadrada del tiempo considerado. La probabilidad de que un pasajero sufra mareo, o el porcentaje de los que lo sufren dentro de un colectivo, es, en primera aproximación, proporcional a este parámetro.

Para facilitar los análisis estadísticos, los distintos autores consideran que existe mareo cuando el pasajero llega a experimentar vómitos, lo que permite efectuar medidas de campo suficientemente fiables. Este aspecto debe tenerse en cuenta en la interpretación de los resultados finales de los exámenes que se realicen con este modelo.

Con objeto de normalizar la relación entre la dosis *MSDV*, o el nivel de aceleración, y el estado de indisposición de un grupo de pasajeros, se han establecido diversas normas entre las que destacan la *ISO* y la *British Standard*.

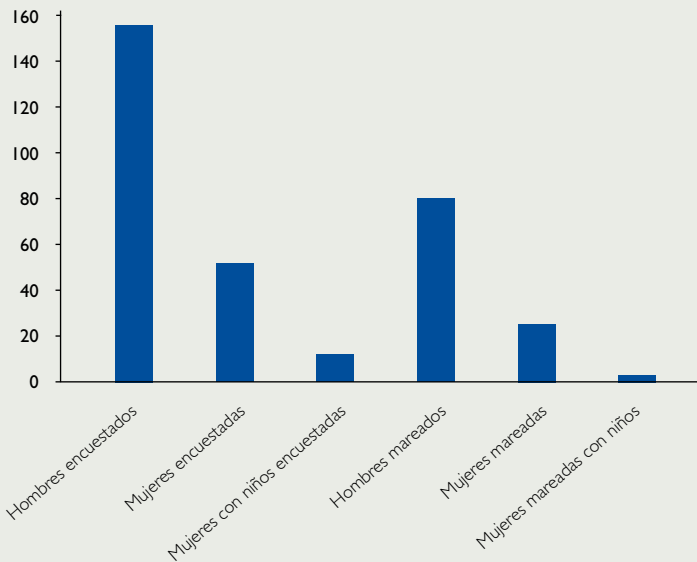
Para poder hablar de datos de incidencia y cuantificar la degradación de la efectividad se definen dos criterios operativos; el de *Incidencia del Mareo (Motion Sickness Incidence-MSI)* y el de *Interrupción de Tarea (Motion Induced Interruptions-MII)*. Existen otros posibles criterios como el *Vomiting Incidence* base del estándar británico *BS6841/87*, normas *ISO 2631* de uso en buques rápidos, el *Illness Rating* o el *Subjective Motion* para vehículos de pequeño tamaño. El criterio de incidencia al mareo *MSI* se basa en los resultados de pruebas con más de trescientos voluntarios, llevados a cabo por *O'Hanlon* y *McCauley* [10] y que es la base del *MIL-STD-1472C*. Definen el *MSI* como el porcentaje de sujetos que vomitan tras dos horas de movimiento y lo relacionan con las aceleraciones verticales sufridas mediante la relación:

$$(4) \quad \text{MSI} = 100 \left[0,5 \pm \text{erf} \left[\frac{\pm \log_{10} \frac{a_z}{g} \text{ m} (-0,819 + 2,32 (\log_{10} \omega_e)^2)}{0,4} \right] \right]$$

Donde *erf* es la función error; *az* es la aceleración vertical media y *we* es la frecuencia dominante de encuentro con las olas. El criterio de interrupción de tarea *MII* se basa en conocer las veces que, por unidad de tiempo y debido a los movimientos suficientemente grandes, por un resbalón o pérdida de equilibrio, el operario está obligado a interrumpir la tarea de trabajo, modificando su postura o agarrándose. *STANAG* recomienda un treinta y cinco por ciento del *MSI* en dos horas, o un veinte por ciento en cuatro, una interrupción por minuto y una aceleración vertical con un valor cuadrático medio de amplitud simple de (0.2 g) , como límites operativos. Con los valores de las aceleraciones obtenidas, se calculan los criterios operativos *MSI* y *MII* en los locales más críticos del buque. La principal carencia del índice *MSI* es que no contempla la habituación del personal con el paso del tiempo. Aunque dependerá de las características meteorológicas de cada caso, parece que como norma sufre un máximo entre tres y cinco horas de exposición, reduciéndose progresivamente y anulándose a la casi totalidad de la tripulación, siempre hay excepciones, entre dos y cinco días. La finalidad del criterio es obtener los valores *MSI* para cada estado de la mar; rumbo y velocidad. El *MSI* presenta un máximo en un rango de frecuencias cercano a (0.17 Hz) , pero con la velocidad del buque y su encuentro con las olas, la zona de máxima molestia se desplazará y con las gráficas *MSI* obtenidas se podrá maniobrar con rumbo y velocidad para salir de dicha zona reduciendo los movimientos y mejorando la comodidad a bordo. Las tareas que requieran un mínimo de destreza manual tendrán dificultades a partir de aceleraciones sobre (1.75 m/s^2) .

Para proyectar unas formas adecuadas que disminuyan en lo posible el problema de este estudio, se necesita conocer la fuente de excitación, en este caso el oleaje, la respuesta del buque a dicha excitación y los efectos de dichos movimientos sobre el bienestar de las personas [9].

Figura 2. Porcentaje de encuestados/mareados en función de su sexo



Estudio de los factores que afligen a los pasajeros

Las maravillas que ofrece un viaje por mar se anulan y aun se convierten en maldiciones para una serie de seres humanos aquejados de una propensión intrínseca: la del mareo.

Los datos que han servido para la realización de este artículo se han recogido en el ferry que cubre el trayecto entre la isla de Pangkor y Lumut (Malasia), en el trasbordador que une la isla de Niteroi con Río de Janeiro (Brasil), un crucero noruego, en un mercante británico y un ferry del Mediterráneo español; durante los años 2007 y 2010.

El *Sea Sickness* tiene etapas muy claras para el avezado a moverse en un barco. La primera se traduce en el rostro del afectado, una seriedad que se convierte en dramática, a medida que las olas balancean el casco del barco. En esta etapa se queda afortunadamente la mayoría de los mareados, reposo completo, comen unas frutas y capean el temporal en posición horizontal. Cuando éste ha cedido y su estómago se ha habituado al movimiento se dirigen a cubierta con un paso inseguro.

Algo muy frecuente en la encuesta realizada, ha sido el hecho de que los encuestados varones, consideraban que el mareo es una prueba de debilidad inaceptable en el hombre, y debe ser por este motivo, por el cual, la mayoría

de ellos minimizaron los efectos que sufrieron embarcados, llegando a vanagloriarse de su dominio. El setenta y cuatro por ciento de los encuestados eran varones, mientras que el veintiséis por ciento eran mujeres.

Parece que las mujeres se marean más que los hombres, pero los que más sufren la *cinetosis*, según la muestra, son los niños, ya que, desde su limitada perspectiva, observan que lo que les rodea se mueve violentamente. Los ancianos suelen experimentar este tipo de molestias.

Es posible que las mujeres se mareen más que los hombres durante los viajes, pero no existe ninguna investigación importante que lo demuestre. Es cierto que durante determinados períodos hormonales como la menstruación o el embarazo bajen las capacidades sensoriales de las mujeres, haciendo que se mareen con mayor facilidad, aunque no se cree que, en general, sean más propensas a esta contrariedad.

De cincuenta y cinco mujeres encuestadas, treinta y cuatro se marearon. Hay expertos que piensan que el mareo es ocasionado por un conflicto entre la información *somatosensorial* entrante al cerebro destinada al equilibrio. Debido a que esta entidad ocurre ampliamente en mujeres, podría tener alguna relación con las hormonas sexuales, como los estrógenos y la progesterona. Podría haber

un vínculo genético, relacionado con las dos copias del cromosoma X, combinado quizás con otro factor de susceptibilidad. Parece poco probable que sea un trastorno psicológico que afecte más a mujeres que a hombres, aunque siempre es difícil de excluirlo; la relación mujer-hombre y otros aspectos clínicos, hacen poco creíble que esta entidad sea sólo de origen psicológico.

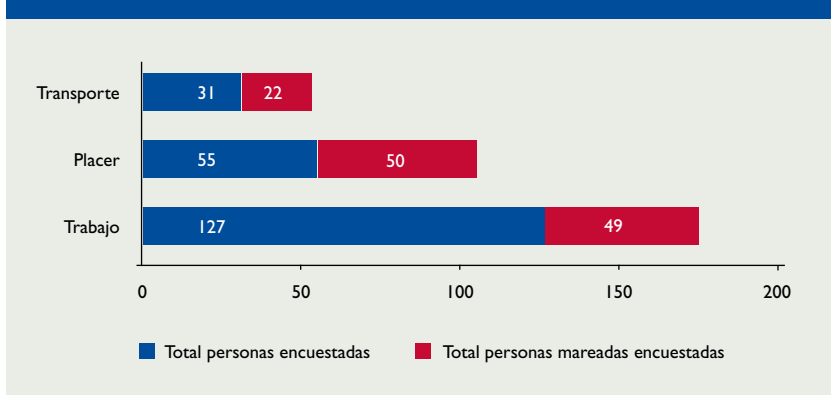
De catorce mujeres, con bebés a bordo, encuestadas, solo tres se marearon. Los factores emocionales, tales como el miedo, ansiedad, actúan junto con el movimiento para causar un mareo, y una madre al cuidado de su hijo pequeño carece de esos agentes proclives a que le afecten a ella. Se podría decir que puede más el sentido de protección de su hijo que el sentido de protección propio. La mayor parte de las madres encuestadas que tenían a su cargo a un niño, no llegaron a notar los síntomas del mareo, posiblemente debido a que la maternidad estimula el riego sanguíneo y reactiva la circulación, despeja la mente y mientras se encuentra al cargo de su hijo, la vista y el oído dejarán de enviarle las sensaciones de mareo. Puede que exista una reciprocidad en la, como dispares investigadores de la conducta infantil entienden, relación madre-infante, describiendo que esta relación ofrece el andamiaje funcional para las relaciones subsecuentes que el niño desarrollará en su vida. Los científicos consideran que el factor más importante en la creación del apego, es el contacto físico positivo ya que estas actividades causan respuestas neuroquímicas específicas en el cerebro que llevan a la organización normal de los sistemas cerebrales responsables del apego. En la "Figura 2" se muestran datos correspondientes al muestreo.

El vínculo especial que se forma entre madre-infante o cuidador primario-infante tiene varios elementos claves:

- Es una relación emocional perdurable con una persona en específico.
- Dicha relación produce seguridad, sosiego, consuelo, agrado y placer.
- La pérdida o la amenaza de pérdida de la persona, evoca una intensa ansiedad.

El efecto de habituación o aclimatación es muy importante, y hace que la incidencia sea distinta para la tripulación

Figura 3. Personas mareadas en función del rol realizado



que para los pasajeros o que en una travesía larga, poco habitual en la actualidad, los pasajeros lleguen a acostumbrarse a los movimientos del buque. Tal como explica Ricard Rodríguez-Martos [14], para la selección de las tripulaciones es muy importante la capacidad de no marearse de los éstos. De esta manera, D. Arnautovic [2] en su *Psychological Selection of Applicants for Nautical Schools* cita que el soviético B. Burov basaba la selección de la tripulación en las capacidades de adaptación a las condiciones del barco, mientras que I. Iljin daba más importancia a la resistencia a factores físicos como el mareo.

Es probable que el mareo afecte en mayor medida al pasaje embarcado en buques de placer que a tripulantes, que están acostumbrados a los movimientos de las embarcaciones. Los pasajeros que están a bordo por necesidad de transporte se encuentran afectados por esta molestia en menor medida que los embarcados en cruceros, pero más afectados que los tripulantes, debido a que si bien no están preparados para la vida a bordo, si suelen ser personas acostumbradas a navegar, y además los trayectos en buques de pasaje suelen ser de poca duración y es posible que ni siquiera lleguen a incomodarse porque ya han concluido el viaje. Los datos obtenidos en las encuestas realizadas se pueden observar en la comprensible (Figura 3).

Las investigaciones sobre el mareo se suelen reducir a los cruceros, ya que en éstos son en donde ocurre mayor proporción de fastidio, además de ser los más cuantiosos en pérdida de ganancia que supone un pasajero que no puede salir del camarote y que

se ve imposibilitado para ejercitar el gasto al que la Compañía le induce.

Las náuseas y vómitos cíclicos son característicos en los encuestados. Pueden estar precedidos de bostezos, hiperventilación, salivación, palidez, sudación fría abundante y somnolencia. Puede presentarse aerofagia, vértigo, cefalea, malestar general y fatiga. Cuando aparecen las náuseas, el paciente se encuentra débil y es incapaz de concentrarse. Con la exposición prolongada al movimiento, el paciente se puede adaptar y recuperar el bienestar. No obstante, los síntomas pueden volver a aparecer si aumenta el movimiento o se reanuda tras una parada breve. La *cinetosis* prolongada con vómitos puede

provocar hipotensión arterial, deshidratación, inanición y depresión. La *cinetosis* puede ser una complicación grave en pacientes con otras enfermedades.

El estar cansado y tenso aumenta la vulnerabilidad frente al problema. Es posible que las sensaciones del malestar tengan un carácter personal y psicológico. Algunas personas sienten el mareo más que otras en la misma situación. El concepto de hombre dual con cuerpo y mente, donde el individuo es considerado como una unidad psicosomática, define las emociones que desencadenan alteraciones corporales, mecanismos descritos desde el punto de vista fisiológico. Actualmente la relación entre psique y soma puede ser tomada desde perspectivas desiguales. La primera, que compete más a la neurología, se refiere a las enfermedades que ejercen una acción directa o indirecta a través de estados tóxicos sobre el cerebro. La segunda es la reacción a la pérdida de salud, concretamente, el estado psicológico consecuencia de la enfermedad médica y entra más en el campo de la psiquiatría. La tercera sería aquella donde la enfermedad es consecuencia total o parcial de la percepción, y es la perspectiva asumida desde la medicina psicosomática actual. Ha habido personas que

Figura 4. Síntomas de mareos en los pasajeros, respecto del total de mareados

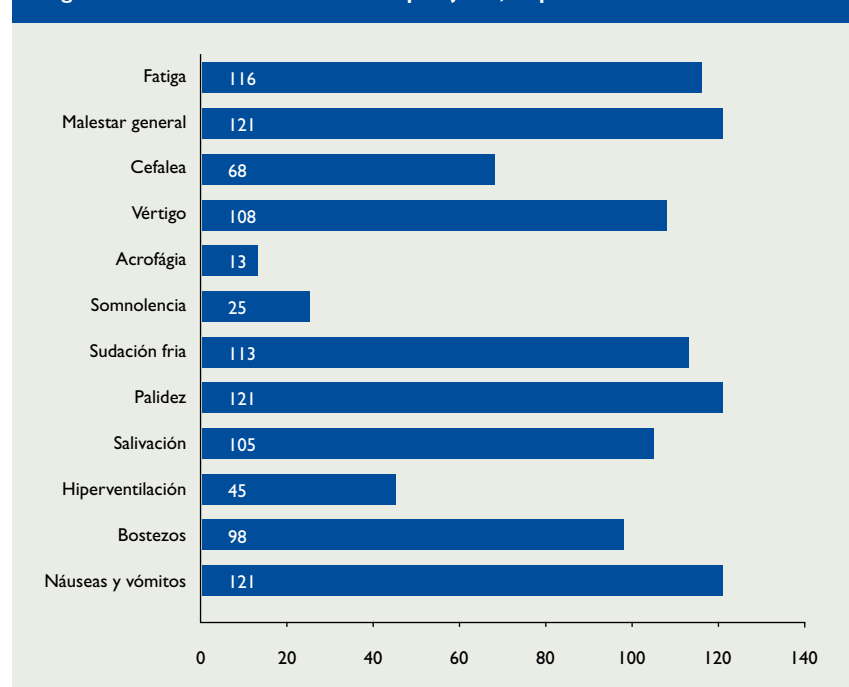
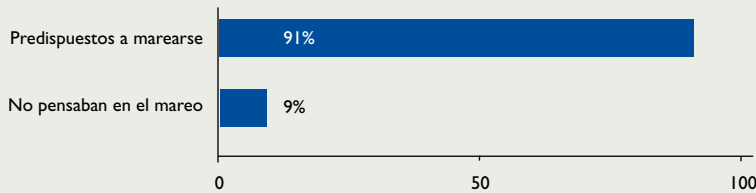


Figura 5. Porcentaje de los encuestados mareados en función de su actitud



han conseguido mentalizarse y evitar indisposiciones. En cualquier caso, parece recomendable no pensar en ello, intentando concentrar el pensamiento en situaciones agradables. Existen terapias de acostumbramiento al mareo a base de enfrentarse a los mismos e ir dominándolos poco a poco.

La edad de las personas es muy importante y decisiva a la hora de hacer un estudio sobre el mareo. El *Sea Sickness* cinético raramente afecta a los niños pequeños, pero a partir de los dos años de edad la sensibilidad a éste aumenta sustancialmente. A partir de los doce años la sensibilidad vuelve a disminuir, aunque algunos adultos siguen sufriendo este problema a lo largo de su vida. Los adultos suelen experimentar más susceptibilidad al cinético. A menor edad hay una mayor probabilidad de mareo, como es bien conocido por los padres. Pero es cierto que a los niños se les debe dejar a su aire, ya que instintivamente, cogen las posturas más convenientes. Sin embargo, los recién nacidos y los niños de hasta los dos años aproximadamente no sufren este problema. A partir de esa edad va aumentando la sensibilidad y los niños se suelen marear más que los adultos. En los adultos va reduciéndose el problema y en las personas mayores vuelve a incrementarse.

Las personas que se marearon, habiendo visto anteriormente a otras personas mareadas, con respecto al total de mareados, fueron setenta y tres. Un hecho bastante singular en la encuesta es que la mayoría de los mareados nunca fueron los primeros en hacerlo, aseguran que existían más mareados antes de que ellos sufrieran los efectos del movimiento del barco. La mayoría opinaba que de no haber

visto a otras personas mareadas, ellos no se hubieran mareado. La visión de otras personas mareadas, contagio psicológico, es un punto poco estudiado, pero que parece de vital importancia. Aunque es un factor dependiente de la persona encuestada, se puede decir que el ser humano es un ser social y como tal siempre hay un factor mental que puede inclinar la balanza hacia un lado o hacia otro.

El noventa y uno por ciento de las personas predispuestas a marearse terminaron mareándose; mientras que solo el nueve por ciento de las personas que no habían pensado en marearse, acabaron mareándose.

Con la sentencia de predispuestas a marearse se quiere hacer referencia a aquellas personas que están continuamente pensando que se van a marear; adoptando una actitud pasiva, hablando continuamente del fastidio, estando pendiente de él. Este tipo de personas, predispuestas a marearse, suele vigilar las sensaciones que van teniendo para ver si se están mareando o no. No hay que adoptar una actitud pasiva. Una vez embarcado hay que hacer lo posible para estar continuamente activo y sin parar de hacer cosas. El entretenimiento y actividad continua evitan en gran medida el malestar.

Hay que reposar bien antes de salir de viaje, ya que si el cuerpo está en buenas condiciones es más capaz de adaptarse al movimiento. Se debe intentar dormir bien la noche anterior al viaje para que el cuerpo no se encuentre cansado.

La posición, y en cierto modo la actividad, del individuo es un parámetro fundamental del mareo. Tomando como base la posición de pie, y teniendo en cuenta la encuesta, si la persona permanece tumbada, en posición

prono, se mareará menos y, según los marineros, más si está agachada con la cabeza hacia abajo.

El porcentaje de los encuestados que se marearon en función de su posición durante la navegación fue del noventa y seis por ciento para los que estaban de pie y solo el cuatro por ciento para los que estaban tumbados. Parece que lo mejor es la posición en *decúbito supino* o semirre-costado con la cabeza bien apoyada. Se debería evitar la lectura. Mantener la visión, con un ángulo de cuarenta y cinco grados por encima del horizonte, reduce la susceptibilidad. Según comentan los encuestados, les es útil evitar mirar la mar u otros objetos en movimiento. Cuando se viaja, si uno se siente mareado, se puede separar la vista del exterior y mirar algún punto concreto del interior del buque. Esta técnica permite que la mente y la vista se coordinen evitando el vahído.

Es importante un camarote bien ventilado, así como salir a la cubierta para respirar aire fresco. Si es en crucero se debe intentar evitar moverse por el buque. Las personas encuestadas que se movían frecuentemente durante un viaje, y no era por cuestión de trabajo, empeoraban su situación. Es mejor quedarse sentados y tranquilos.

Entre los encuestados destaca el hecho de que lo que más les perjudicaba eran los movimientos bruscos. A veces, cuando se realizan movimientos muy bruscos, levantándonos o inclinándonos, sentimos un pequeño



vahído. Es mejor acostumbrarse a realizar movimientos más tranquilos para evitarlos.

Luego se puede llegar a la conclusión de que es mejor concentrarse en un punto determinado del interior de la embarcación, y a ser posible que no haya nadie delante sufriendo los efectos de lo que se trata de evitar.

El porcentaje de afectados que aluden a las condiciones ambientales, tales como la temperatura, el olor o el campo de visión, fue del cuarenta y seis por ciento. Las deficientes condiciones del ambiente, temperatura, olor y campo de visión, afectan a la cantidad de damnificados que se producen en un buque.

Durante este artículo se expone que la causa del mareo se debe en primer lugar a la estimulación excesiva del *aparato vestibular* por el movimiento. Pero como la susceptibilidad individual es muy variable, los estímulos visuales y la mala ventilación, humos, monóxido de carbono, vapor; pueden desencadenarlo.

Con relación a la temperatura hay que decir que es conveniente no abrigarse demasiado ni llevar la calefacción muy alta. La sensación de calor aumenta las posibilidades de sentir desvanecimientos y síncope.

Según los encuestados, el meterse en lugares cerrados, cabinas, les incrementaba el inconveniente. Si por necesidad, requerían entrar en compartimentos para alguna labor; lo hacían durante el menor tiempo posible, ya que lo pasaban realmente mal. Se debe buscar algún lugar para tomar un poco el aire.

Este es uno de los apartados más interesantes de la muestra y muy clarificador de cómo se puede establecer una conexión entre el arqueado del buque y el porcentaje de mareo a bordo. Es difícil poder asegurar que, debido al desplazamiento, en un buque petrolero de cien mil toneladas, la gente se maree en menor medida, que en un buque de pasaje de tres mil toneladas, pues influyen otros parámetros, como son la tripulación y que mientras que en un buque mercante, el personal embarcado es profesional en un ferry la mayoría son pasajeros. Aun así se

puede asegurar que un factor decisivo es el desplazamiento por el propio diseño del buque, sus formas más llenas, su larga eslora y reducida velocidad, además de su coeficiente de bloque cercano a la unidad. El desplazamiento es un factor decisivo, ya que para una mar que provoque un sesenta y cinco por ciento de mareados, en un buque de trescientas toneladas, descenderá a un veinte por ciento en uno con treinta mil toneladas.

En los barcos las aceleraciones son mayores en proa que en popa. En buques grandes predominan los movimientos de arfada y cabeceo mientras que en los buques pequeños son los de cabeceo y balance los que más hay que considerar:

Conclusión

Este artículo presenta un compendio de los conceptos más importantes sobre el mareo, así como consejos para disminuir los efectos de éste. En cuanto a los elementos influyentes en él, hay varios; los alimentos y bebidas consumidas, la temperatura, los olores, el estado fisiológico. Pero el factor fundamental es la aceleración oscilatoria en sentido vertical que aparece en el buque.

Para concluir mencionar que existen unos criterios básicos de diseño para evitar en lo posible el mareo, como es situar los compartimentos habitados lo más cerca posible del centro de gravedad y alinear los asientos con crujía mirando hacía la proa. Se puede dotar a las personas con espacios o zonas de máxima luz y ventilación posible, disminuyendo lo que se puedan los olores fuertes, el calor; los ruidos y las vibraciones. Es importante el diseño de los elementos para disminuir el movimiento, tanto fijos, quillas de balance, astillas; como móviles, por ejemplo hélices.

La optimización del comportamiento en la mar de un buque (y por ende la disminución del mareo) y mejora del confort a bordo, pasa por conocer una buena descripción estadística climatológica de la zona de operación, la realización de ensayos previos con modelos a escala en un canal con generación de oleaje y la aplicación de un criterio operativo. Para lograrlo se

deberán tener en cuenta diferentes factores, empezando por el diseño de las formas y de su interior. Aunque no se puede generalizar; ya que dependerá del tipo de barco, para buques de pasaje rápidos se recomienda estudiar las formas de proa en V, que producirán movimientos de menor amplitud, alto coeficiente de la flotación, popas de espejo, menor calado, mayor manga y altura metacéntrica que proporcione el conveniente periodo natural. ■

Bibliografía

- [1] Arieli, R.; Shupak, A.; Shachal, B.; Shenedrey, A.; Ertracht, O. y Rashkovan, G. (1999). Effect of the anti-motion-sickness medication cinnarizine on central nervous system oxygen toxicity. *Undersea & Hyperbaric Medicine*, 26(2), 105-9.
- [2] Arnaudovic, D. (1988). *Psychological Selection of Applicants for Nautical Schools*. Conferencia de la IMLA. Rijeka.
- [3] de Guevara, A. (1539). *Arte del Mareo y de los inventores de ella: con muchos avisos para los que navegan en ellas*. Valladolid.
- [4] González, J.M. (2007). *Comportamiento del Buque en la Mar I: Partes I, II, III y IV*. Madrid: ETSI Navales (Universidad Politécnica de Madrid).
- [5] Gordon, C. R.; Spitzer, O.; Doweck, I.; Shupak, A. y Gadoth, N. (1996). *The vestibulo-ocular reflex and seasickness susceptibility*. *J Vestib Res*; 6: 229-33.
- [6] Griffin, M. J. (1984). *Sea sickness*. AGARD Conference on Motion Sickness.
- [7] Griffin, M. J. (1984). *Physical Characteristics of stimuli provoking motion sickness*. AGARD Conference on Motion Sickness.
- [8] Irwin, J. A. (1881). *The pathology of seasickness*. *Lancet*; 2: 907-9.
- [9] López, A. y Molina, A. (1997). Aspectos físicos y económicos del mareo en buques de pasaje. *Revista Ingeniería Naval*. Julio-Agosto. p. 500.
- [10] O'Hanlon, J.F. y McCauley, M.E. (1974). Motion sickness incidence as a function of frequency and acceleration of vertical sinusoidal motion. *Aerospace Medicine*, 45.
- [11] Reason J.T. (1978). *Motion sickness adaptation: a neural mismatch model*. *J R Soc Med*; 71: 819-29.
- [12] Riola, J.M.; Esteban S.; Girón-Sierra, J.M. y Aranda, J. (2004). *Motion and seasickness of fast warships*. RTO Symposium on Habitability of Combat and Transport Vehicles: Noise, Vibration and Motion, Praga.
- [13] Riola, J.M.; Piñeiro, J.M. y Such, J.F. (2004). *Historia y actualidad del mal de mar*. *Revista Ingeniería Naval*. Noviembre. p. 1204.
- [14] Rodríguez-Martos, R. y Estruch, Joan (1996). *El Buque Mercante: Un Análisis Sociológico*. UPC, S.L., Edicions. Hardcover.