

# INVESTIGACION *y* CIENCIA

CIENCIA Y TECNICA EN LA GUERRA FRIA

SUCEDANEOS DE LA SANGRE

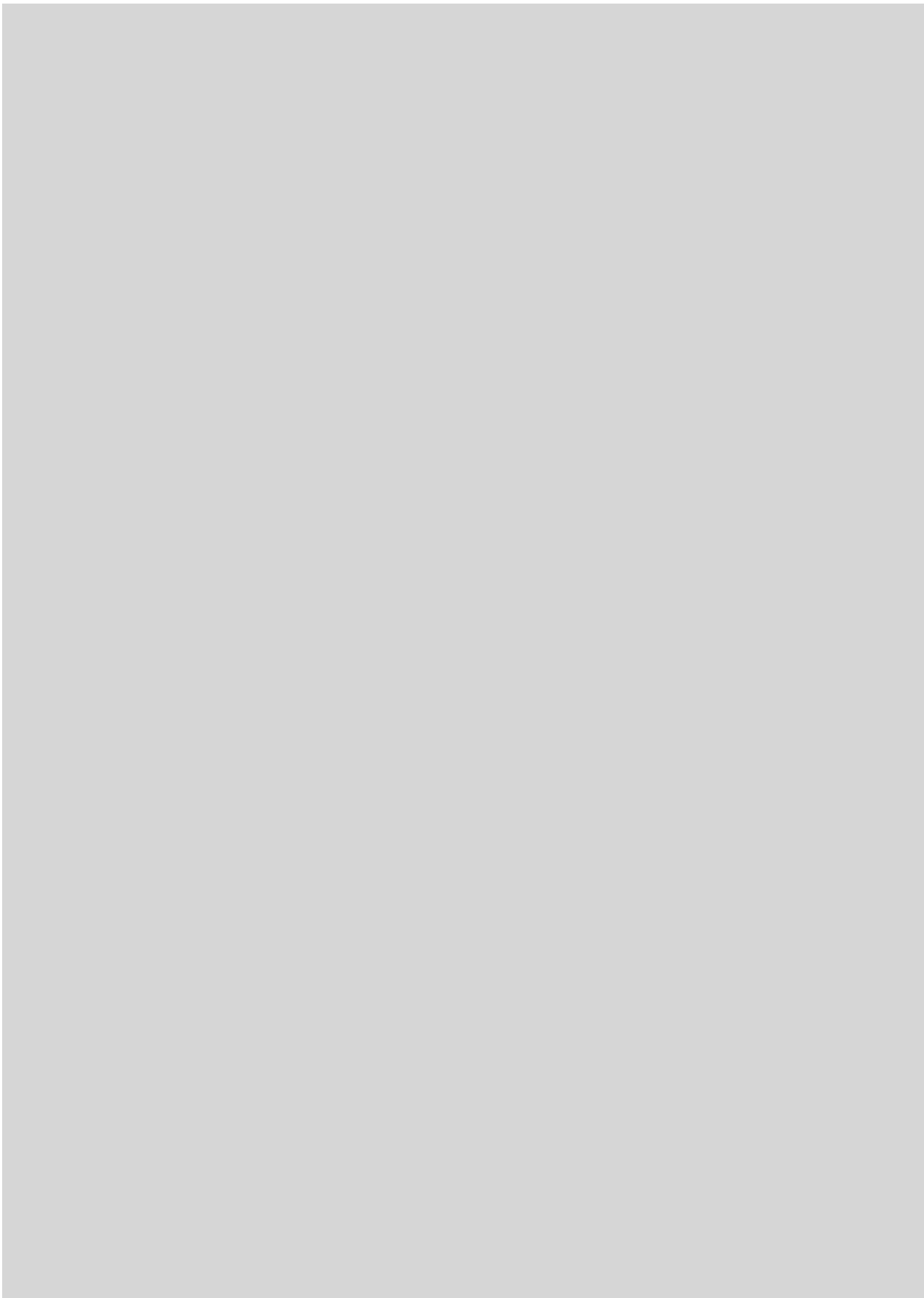
LA TEORIA FUNDAMENTAL DE LA FISICA

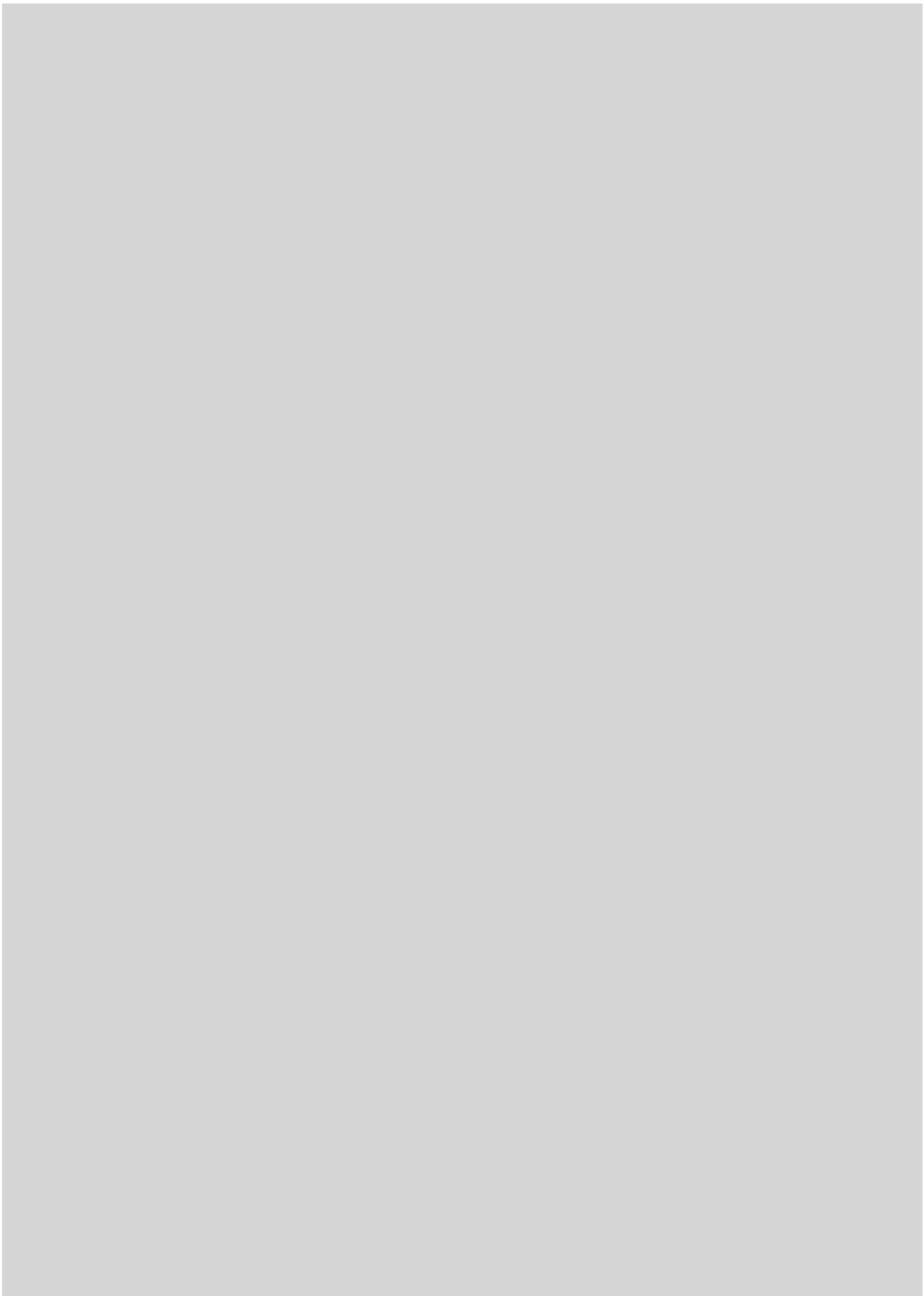
Edición española de  
**SCIENTIFIC  
AMERICAN**



EVOLUCION DE LAS AVES

ABRIL 1998  
800 PTAS.





6



## La nave longa vikinga

*John R. Hale*

Las flotas de naves longas, de manga reducida y abarrotadas de guerreros, hicieron posible que los vikingos ejercieran el dominio naval de Europa, desde el 800 al 1100 de nuestra era. Se trataba, según se ha podido comprobar por los hallazgos de restos de naufragios, de naves muy ligeras y resistentes, que los constructores hacían por intuición.

16



## El origen de las aves y su vuelo

*Kevin Padian y Luis M. Chiappe*

Los descubrimientos fósiles y las pruebas anatómicas confirman que las aves descendieron de pequeños dinosaurios, carnívoros y bípedos. De hecho, las aves pueden incluirse entre los dinosaurios, en el linaje de los terópodos. Las plumas y otros caracteres avianos parecen haber surgido primero como adaptaciones para la velocidad de caza en animales habitantes del suelo.

26



## Ciencia y espionaje

*Jeffrey T. Richelson*

Ya se puede echar un vistazo a “los datos que llegaron del frío”. Desde 1992 el servicio secreto norteamericano ha venido compartiendo el uso de imágenes de satélites de espionaje con científicos de distintas disciplinas relacionadas con el entorno. Esta colaboración ha sido fructífera, pero plantea cuestiones espinosas sobre las investigaciones basadas en información clasificada.

48



## La teoría M

*Michael J. Duff*

La teoría de cuerdas se ha desenmarañado, pero ya antes se creía que explicaría de dónde vienen las partículas elementales y las cuatro fuerzas fundamentales de nuestro mundo. Las nuevas esperanzas están puestas en las “membranas”, burbujas de un espacio-tiempo de 11 dimensiones. Pueden disfrazarse de cuerdas pero nos dan más respuestas.

54



## Sucedáneos de la sangre

*Mary L. Nucci y Abraham Abuchowski*

La sangre, esencial en la medicina moderna, presenta problemas de almacenamiento. No sólo eso. Cada día son mayores las dificultades para conseguirla, ante el miedo del sida. Pero hay ya en marcha importantes investigaciones para lograr sucedáneos artificiales, basados unos en la hemoglobina (el pigmento rojo transportador del oxígeno) y otros en productos sintéticos.

60



### Testigos de hielo de Groenlandia

*Richard B. Alley y Michael L. Bender*

En Groenlandia, donde nieva a menudo, el hielo forma capas anuales. Podemos analizar los estratos constituidos a la manera que el experto en dendrocronología estudia los anillos de los árboles. Los testigos extraídos nos hablan del comportamiento del clima en el pasado y nos ofrecen algunas claves para prever el del futuro.

66

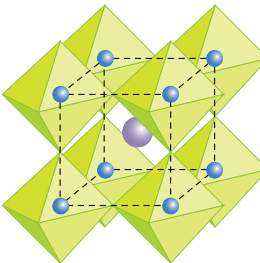


### Contaminación en casa

*Wayne R. Ott y John W. Roberts*

La principal exposición de los individuos a productos químicos tóxicos no se da ni en la vecindad de una fábrica ni al lado de un vertedero. Proviene, a buen seguro, de la alfombra del cuarto de estar. La mayor parte de los contaminantes que llegan al cuerpo de las personas hoy son de materiales traídos a casa con intención o sin ella.

72



### Polarones magnéticos

*J. M. De Teresa Nogueras y M. R. Ibarra García*

Cuando Georg Simon Ohm enunció en 1826 la ley que lleva su nombre, no podía imaginar que la explotación técnica de la misma iba a condicionar nuestra vida diaria. En ciertos óxidos de manganeso la resistencia eléctrica puede cambiarse varios órdenes de magnitud al aplicar un campo magnético. La formación de polarones magnéticos es la responsable.

## SECCIONES

5 HACE...

36 PERFILES

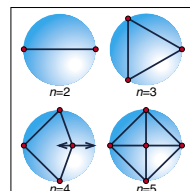
38



**CIENCIA Y SOCIEDAD**

*Mare Nostrum.*

84



**JUEGOS MATEMÁTICOS**

Enlatado de sardinas redondas.

88 NEXOS

90 LIBROS

82 TALLER Y LABORATORIO

96 IDEAS APLICADAS





Portada: Sano Kazuhiko

## PROCEDENCIA DE LAS ILUSTRACIONES

Página	Fuente
6-7	Barry Ross, a partir de Sune Villum-Nielsen
8-9	Barry Ross
10	Barry Ross; Bryan Christie, a partir de Sverre Marstrand ( <i>canoas de guerra</i> )
11	Barry Ross ( <i>arriba</i> ); Museo del Barco Vikingo, Roskilde ( <i>abajo</i> )
12	Museo del Barco Vikingo ( <i>arriba y abajo</i> ), Scala/Art Resource ( <i>centro</i> )
13	Museo del Barco Vikingo
16-17	Ed Heck
18-19	Tomo Narashima ( <i>arriba</i> ), Ed Heck ( <i>abajo</i> )
20	Ed Heck
22-23	Mick Ellison
24-25	Mick Ellison ( <i>izquierda</i> ), Ed Heck ( <i>dibujos</i> )
26-27	Steve Johnson y Lou Fancher
28-30	Bryan Christie
31-32	David Fierstein
33	Dpto. de Defensa de los Estados Unidos
48-53	Dusan Petricic
54	Ed Ekstein/ <i>Phototake</i>
56	Johnny Johnson ( <i>dibujo</i> ); Dr. Dennis Kunkel ( <i>eritrocito</i> ); Manfred Kage ( <i>basófilo y linfocito</i> ); Dorothea Zucker-Franklin ( <i>neutrófilo, eosinófilo, monocito y plaquetas</i> )
57-58	Jean Claude Revy/ <i>Phototake</i>
59	Cortesía de Synthetic Blood Int.
60	Richard B. Alley
61	Steve Starr/SABA ( <i>fondo</i> ); Richard B. Alley ( <i>arriba y centro</i> ); Jennifer C. Christiansen ( <i>abajo</i> )
62	Jennifer C. Christiansen ( <i>gráficas</i> ); Laurie Grace
64-65	Adolph Brotman ( <i>dibujos</i> ); Mark Twickler ( <i>fotografías</i> )
66-70	Bernd Auers ( <i>fotografías</i> ); Jennifer C. Christiansen ( <i>gráficos</i> )
71	Cortesía de CS-3, Inc. ( <i>izquierda</i> ), Beth Phillips ( <i>centro y derecha</i> )
73-80	José M <sup>o</sup> De Teresa Noguera y M. R. Ibarra García
82	Michael Goodman
83	Johnny Johnson
84-86	David Fierstein; Jennifer C. Christiansen ( <i>recuadro</i> )
88	Dusan Petricic
96	George Retseck

## COLABORADORES DE ESTE NUMERO

### Asesoramiento y traducción:

Laureano Carbonell: *La nave longa vikinga*; José Joaquín Moratalla: *El origen de las aves y su vuelo*; Carmina Fuster Slump: *Ciencia y espionaje*; Juan Pedro Campos: *La teoría M*; Esteban Santiago: *Sucedáneos de la sangre*; Roberto Rodríguez Barrera: *Testigos de hielo de Groenlandia*; Manuel Puigcerver: *Contaminación en casa*; Angel Garcimartín: *Perfiles*; Luis Bou: *Juegos matemáticos*; J. Vilardell: *Hace... Taller y laboratorio e Ideas aplicadas*; José M.<sup>a</sup> Valderas Martínez: *Nexos*

## INVESTIGACION Y CIENCIA

DIRECTOR GENERAL Francisco Gracia Guillén

EDICIONES José María Valderas, *director*

ADMINISTRACIÓN Pilar Bronchal, *directora*

PRODUCCIÓN M.<sup>a</sup> Cruz Iglesias Capón

Bernat Peso Infante

SECRETARÍA Purificación Mayoral Martínez

EDITA Prensa Científica, S. A. Muntaner, 339 pral. 1.<sup>a</sup> – 08021 Barcelona (España)

Teléfono (93) 414 33 44 Telefax (93) 414 54 13

## SCIENTIFIC AMERICAN

EDITOR IN CHIEF John Rennie

BOARD OF EDITORS Michelle Press, *Managing Editor*; Philip M. Yam, *News Editor*; Ricki L. Rusting, Timothy M. Beardsley y Gary Stix, *Associate Editors*; W. Wayt Gibbs; Alden M. Hayashi; Kristin Leutwyler; Madhusree Mukerjee; Sasha Nemecek; David A. Schneider; y Glenn Zorpette  
Marguerite Holloway, Steve Mirsky y Paul Wallich, *Contributing Editors*

PRODUCTION Richard Sasso

PUBLISHER Joachim P. Rosler

CHAIRMAN AND CHIEF EXECUTIVE OFFICER John J. Hanley

## SUSCRIPCIONES

Prensa Científica S. A.  
Muntaner, 339 pral. 1.<sup>a</sup>  
08021 Barcelona (España)  
Teléfono (93) 414 33 44  
Fax (93) 414 54 13

### Precios de suscripción, en pesetas:

	Un año	Dos años
España	8.800	16.000
Extranjero	11.150	20.700

### Ejemplares sueltos:

Ordinario: 800 pesetas  
Extraordinario: 1.000 pesetas

—El precio de los ejemplares atrasados es el mismo que el de los actuales.

## DISTRIBUCION

### para España:

**MIDESA**  
Carretera de Irún, km. 13,350  
(Variante de Fuencarral)  
28049 Madrid Tel. (91) 662 10 00

### para los restantes países:

Prensa Científica, S. A.  
Muntaner, 339 pral. 1.<sup>a</sup> – 08021 Barcelona  
Teléfono (93) 414 33 44

## PUBLICIDAD

GM Publicidad  
Francisca Martínez Soriano  
Menorca, 8, semisótano, centro, izquierda.  
28009 Madrid  
Tel. (91) 409 70 45 – Fax (91) 409 70 46

### Cataluña y Baleares:

Miguel Munill  
Muntaner, 339 pral. 1.<sup>a</sup>  
08021 Barcelona  
Tel. (93) 321 21 14  
Fax (93) 414 54 13

Difusión controlada

Copyright © 1998 Scientific American Inc., 415 Madison Av., New York N. Y. 10017.

Copyright © 1998 Prensa Científica S. A. Muntaner, 339 pral. 1.<sup>a</sup> 08021 Barcelona (España)

Reservados todos los derechos. Prohibida la reproducción en todo o en parte por ningún medio mecánico, fotográfico o electrónico, así como cualquier clase de copia, reproducción, registro o transmisión para uso público o privado, sin la previa autorización escrita del editor de la revista. El nombre y la marca comercial SCIENTIFIC AMERICAN, así como el logotipo correspondiente, son propiedad exclusiva de Scientific American, Inc., con cuya licencia se utilizan aquí.

ISSN 0210136X Dep. legal: B. 38.999 – 76

Filmación y fotocopros reproducidos por Dos Digital, Zamora, 46-48, 6<sup>a</sup> planta, 3<sup>a</sup> puerta - 08005 Barcelona  
Imprime Rotocayfo, S.A. Ctra. de Caldes, km 3 - Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona)

Printed in Spain - Impreso en España

# HACE...

## ...cincuenta años

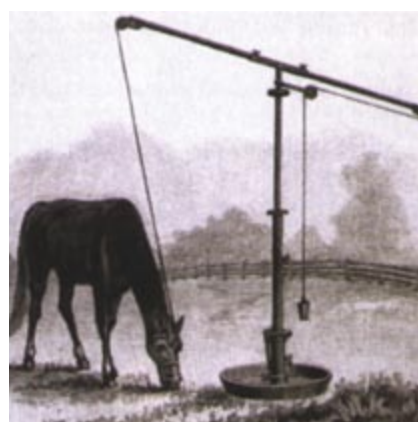
**EXPROPIACIÓN TÉCNICA.** «A lo largo del último par de años, los investigadores federales han revisado todos los avances alemanes que pudieran servir para la industria americana. Sus informes, que pueden conseguirse al precio que cuesta reproducirlos, contienen descripciones de procesos, maquinaria, fórmulas, planos de instalaciones y otros datos. De semejante información se beneficiarán muchas industrias. Sin ir más lejos, los talleres de estampación de chapa metálica se interesarán por un proceso de extrusión de acero en frío, igual al de extrusión de estaño, cinc, cobre y otros metales no féreos.»

**MEDICIONES NO INVASORAS.** «Un nuevo calibrador de rayos X mide el espesor de acero al rojo vivo sin entrar en contacto físico con él. El aparato lanza un haz de rayos X a través de la banda de acero caliente cuando ésta abandona las cajas acabadoras del tren de laminación. A la vez, otro haz de rayos X procedente de la misma fuente penetra en una muestra de referencia estándar del grosor deseado. El instrumento compara entonces la intensidad de los dos rayos; su diferencia indica si la banda es más o menos gruesa de lo pretendido.»

## ...cien años

**EXITO DEL SUBMARINO.** «Extraordinario interés se concede a las pruebas del torpedero submarino Holland que se están desarrollando en la bahía de Nueva York. El submarino John P. Holland materializa los resultados de veinte años de trabajo experimental por parte del diseñador, quien cree firmemente que ese tipo de embarcación está destinada a convertirse en el arma más mortífera de la guerra naval del futuro. Se trata del primer submarino de su tipo construido y probado hasta la fecha. El Holland (así se llama) mide unos diecisiete metros de eslora por más de tres metros de manga, con un desplazamiento de 75 toneladas. Su casco de acero tiene forma de cigarro.» [Nota de la Redacción: El Holland fue adquirido y puesto en servicio por la Armada estadounidense en 1900.]

**TELEGRAFÍA INALÁMBRICA.** «En estos tiempos de tensas relaciones entre España y EE.UU., nada sería mejor bienvenido que un método práctico de efectuar comunicaciones eléctricas entre dos puntos distantes en tierra, o entre dos buques en el mar, sin que exista ninguna conexión preestablecida entre ambos lugares. Durante el pasado año, Guglielmo Marconi, estudioso italiano, desarrolló un sistema de telegrafía sin hilos capaz de transmitir señales Morse inteligibles a distancias superiores a diez millas. Sin embargo, para un inventor americano quedó la tarea de diseñar un aparato adecuado a los requisitos de la telegrafía inalámbrica su país. Tras meses de experimentación, el señor W. J. Clarke, de la United States Electrical Supply Company, ha diseñado un aparato de telegrafía absolutamente sin hilos que posiblemente no tarde nada en empezar a utilizarse.»



*Un ronzal mejorado para los animales*

**ACEITE DE OLIVA.** «Las autoridades médicas están de acuerdo sobre el valor medicinal del aceite de oliva, hallándolo asimismo un potente agente para los defectos de los conductos excretorios, especialmente los dérmicos; el eccema ha desaparecido tras interrumpir la alimentación basada en féculas y sustituirla por una dieta de frutos secos y frescos, leche, huevos y aceite de oliva. Ha tiempo que se ha observado que quienes emplean el aceite de oliva como artículo alimentario habitual disfrutan de una salud mejor.»

**DIETA CANÍBAL.** «Según un escritor francés, de nombre Petrie, el veinte por ciento de los caníbales se comen a los muertos para glorificarlos; el diecinueve por ciento se come a los grandes guerreros para heredar su valor, y a los niños muertos para renovar su juventud; el diez por ciento ingieren a sus parientes próximos por motivos religiosos, bien con relación a ritos iniciáticos o para glorificar a las deidades, y un cinco por ciento lo hacen por odio y por vengarse de sus enemigos. Los que devoran carne humana por hambre se estiman en un dieciocho por ciento. En resumen, si deducimos las cifras citadas, quedan sólo un veintiocho por ciento de caníbales que consumen carne humana porque la prefieren a otros alimentos.»

**RONZAL FLEXIBLE.** «La ilustración muestra un ronzal formado por tramos ajustables. Está pensado para que el animal pueda comer cómodamente, facilitándole una gran libertad de movimiento, dentro de los límites establecidos y evitando que se enrede con la cuerda. Tres poleas proporcionan una guía para la cuerda o cadena del ronzal, el cual está sujeto por un extremo a la brida que el animal lleva en la cabeza, y por el otro a un contrapeso.»

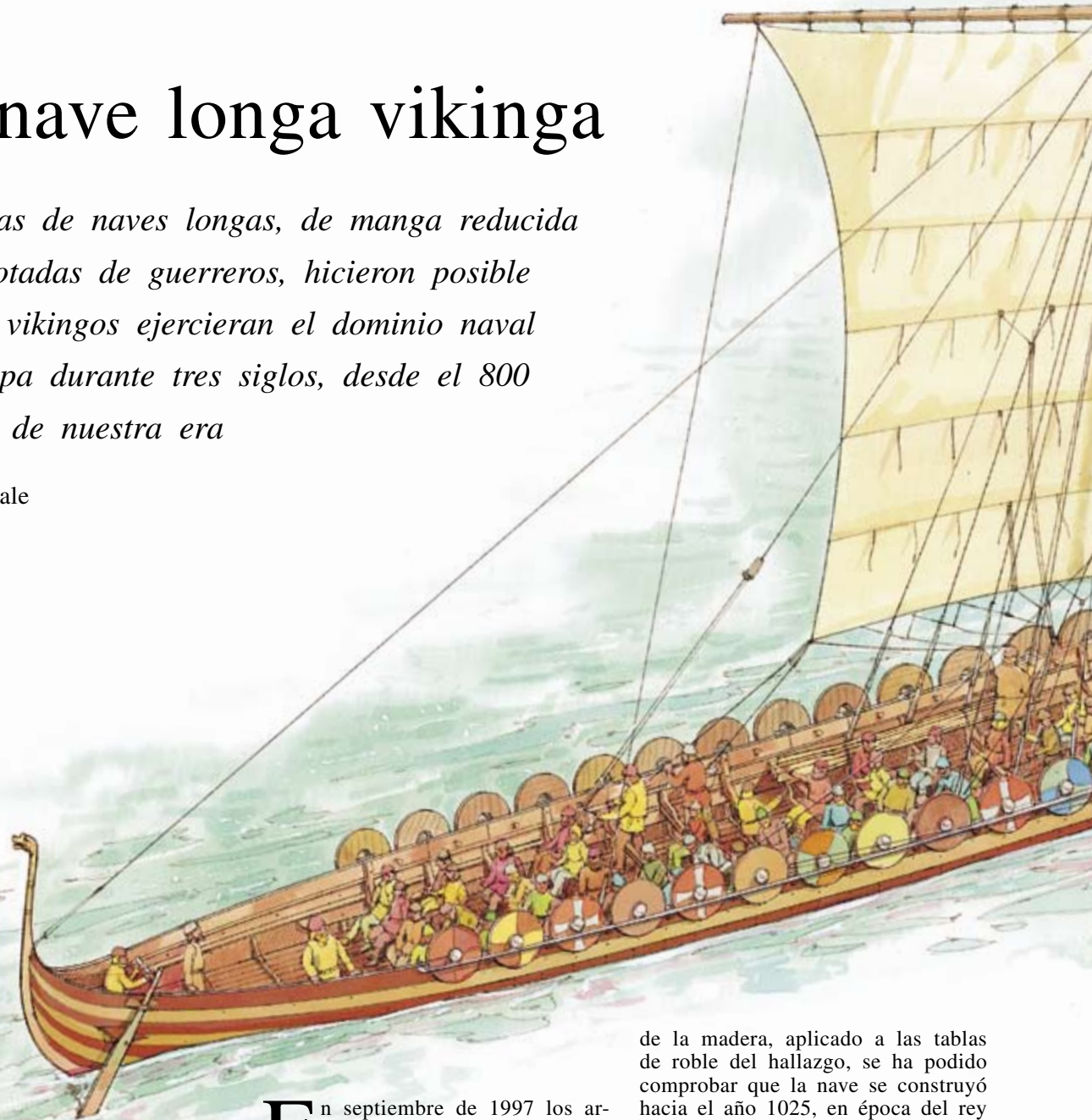
## ...ciento cincuenta años

**EGIPTO ANTIGUO.** «Exploradores franceses han exhumado un nuevo libro acerca de la historia del Egipto faraónico. Sobre los inmensos muros de tumbas y templos está representada fielmente la economía social al completo de los egipcios de 1800 años a.C., con todos sus artes y oficios, costumbres e indumentaria de toda clase, carreras y profesiones. Esas descripciones gráficas demuestran que numerosas artes supuestamente desconocidas en la antigüedad se dominaban a la perfección: manufactura de vidrio, porcelana y tejidos finos, e imitación de piedras preciosas con vidrio. Las tablas astronómicas demuestran también que los sabios egipcios poseían el arte de dotar a los instrumentos científicos de un alto grado de perfección.»

# La nave longa vikinga

*Las flotas de naves longas, de manga reducida y abarrotadas de guerreros, hicieron posible que los vikingos ejercieran el dominio naval de Europa durante tres siglos, desde el 800 al 1100 de nuestra era*

John R. Hale



**E**n septiembre de 1997 los arqueólogos descubrieron una nave longa vikinga enterrada en el fango del puerto de Roskilde, situado a 40 kilómetros al oeste de Copenhague. El hallazgo fue un acontecimiento comparable al que le valió al vikingo Leif Eriksson el sobrenombre de “el afortunado”. Sin que nadie lo sospechara, la nave estaba oculta muy cerca del mundialmente famoso Museo de Naves Vikingas de Roskilde y apareció durante los trabajos de dragado para la ampliación del puerto, con el fin de acoger la flota de réplicas históricas de esa institución.

Según Ole Crumlin-Pedersen, la nave debió de hundirse a causa de un temporal muchos siglos atrás y, con el tiempo, los sedimentos la cubrieron. Por el método de cronología basado en el análisis de los anillos

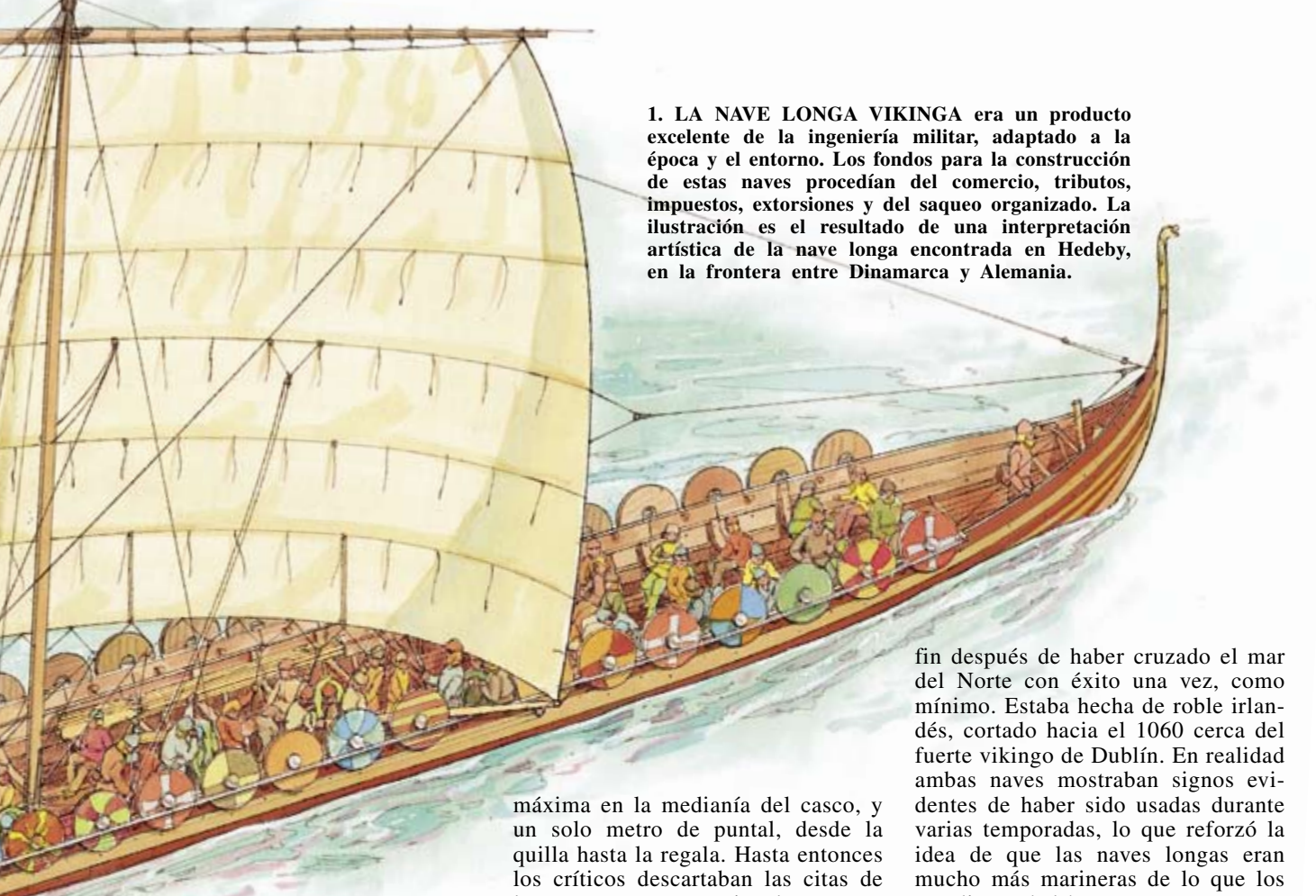
de la madera, aplicado a las tablas de roble del hallazgo, se ha podido comprobar que la nave se construyó hacia el año 1025, en época del rey Canuto el Grande, que reunió Dinamarca, Noruega, el sur de Suecia e Inglaterra en un imperio vikingo.

Con una eslora impresionante de 35 metros, la nave de Roskilde superaba cualquiera de las halladas. Se privaba así de razón a los escépticos que consideraban las referencias a las naves grandes de las sagas noruegas una fantasía similar al mítico dragón —*drakkar*— que les daba nombre. (Las naves longas solían denominarse dragones.) Las sagas eran fidedignas, pues, cuando mencionaban las “naves grandes” de guerra vikingas.

El transcurso de un milenio no ha sido suficiente para disminuir el interés de los escandinavos por las naves longas vikingas. Su protagonismo en las incursiones por mar, que es el equivalente del término noruego *viking*, les aseguró un puesto

JOHN R. HALE, arqueólogo y director del departamento de humanidades de la Universidad de Louisville, ha realizado campañas de excavación en Escandinavia, Inglaterra, Portugal, Grecia y el valle del río Ohio. En su estudio de las representaciones de naves que nos ha legado el arte escandinavo de la Edad del Bronce, observó que las naves, consideradas por todo el mundo botes con forro de piel o cuero, eran en realidad de madera y precursoras directas de las naves longas vikingas.





1. LA NAVE LONGA VIKINGA era un producto excelente de la ingeniería militar, adaptado a la época y el entorno. Los fondos para la construcción de estas naves procedían del comercio, tributos, impuestos, extorsiones y del saqueo organizado. La ilustración es el resultado de una interpretación artística de la nave longa encontrada en Hedeby, en la frontera entre Dinamarca y Alemania.

muy destacado en la historia medieval. Las flotas de tales naves longas y poco mangudas atacaron las costas desde Northumberland hasta el Norte de Africa, llevaron emigrantes a las Islas Británicas y Normandía, y permitieron al pueblo vikingo ejercer el dominio de los mares de Europa desde el 800, aproximadamente, hasta el 1100, período que constituye la llamada Era Vikinga.

Aunque la recuperación de naves vikingas empezó en 1751 —siendo las más espectaculares las encontradas en las sepulturas reales de Gokstad y Oseberg, en Noruega—, la nave longa en sí no salió a la luz hasta 1935, cuando se excavó el montículo que cubría el enterramiento de un jefe en Ladby. El hallazgo se limitó sólo a la sombra de la nave, deduciéndose la forma del casco por la mancha oscura que había dejado en la tierra. Por fortuna, la cresta de la cabeza del dragón, hecha de hierro, junto con las siete filas de remaches de ese mismo metal de cada banda conservaron la figura de las tablas, que habían desaparecido. La nave de Ladby, de menos manga que las noruegas citadas, daba la impresión de ser muy poco marinera. Sus características principales eran: 20,6 metros de eslora, 3,2 de manga

máxima en la medianía del casco, y un solo metro de puntal, desde la quilla hasta la regala. Hasta entonces los críticos descartaban las citas de las sagas que mencionaban naves de mucha más eslora y similares proporciones a las indicadas, considerándolas de poca confianza.

Las primeras tablas reales de una nave longa se encontraron en 1953 en el puerto de Hedeby, sede de un antiguo emporio vikingo muy próspero, situado cerca de la frontera alemana. Aunque la nave no se sacó del agua, el interés del público creció hasta el extremo de llevar al submarinista que la descubrió a emitir un programa de radio bajo el agua. Entre los oyentes había un joven de dieciocho años llamado Ole Crumlin-Pedersen.

Los primeros hallazgos de naves se hicieron en montículos sepulcrales, pero las circunstancias llevaron a Crumlin-Pedersen a especializarse en yacimientos de otro tipo y en particular a los asociados a desastres. Entre 1957 y 1962 participó en la dirección del equipo que recuperó dos naves longas y otras tres embarcaciones vikingas que bloqueaban el canal cerca de Skuldelev, hundidas a propósito y como último recurso por los pobladores daneses, para entorpecer la llegada de los invasores, en el siglo XI. La mayor de las dos naves longas de Skuldelev, de 29 metros de eslora, llegó a su

fin después de haber cruzado el mar del Norte con éxito una vez, como mínimo. Estaba hecha de roble irlandés, cortado hacia el 1060 cerca del fuerte vikingo de Dublín. En realidad ambas naves mostraban signos evidentes de haber sido usadas durante varias temporadas, lo que reforzó la idea de que las naves longas eran mucho más marineras de lo que los estudiosos habían supuesto.

En 1979 Crumlin-Pedersen vio convertido en realidad su sueño de juventud, cuando dirigió la excavación de la nave longa de Hedeby. Esta, según pudo comprobar, acabó siendo un brulote, usado como arma ofensiva durante un ataque a la ciudad, hacia el año 1000. En este caso también, la madera era muy explícita: procedía de robles del lugar de 300 años de edad, cortados en piezas de más de diez metros de largo y sin nudos ni defectos.

Las cinco naves longas descubiertas desde 1935 responden a tipos muy dispares. Las hay pequeñas de leva, con menos de 20 bancos, como la de Ladby y la pequeña de guerra de Skuldelev, hechas por comunidades reducidas como contribución a la corona, cuando el rey así lo requería, mediante el envío de un símbolo en forma de flecha de guerra a cada una de ellas. Las naves longas normales —de hasta 30 bancos—, como las de Hedeby y la grande de guerra de Skuldelev, eran el orgullo de los nobles y reyes vikingos, y ponen de relieve la calidad extraordinaria de cada unidad. Las “naves grandes”, mayores de 30 bancos, como la de Roskilde, aparecieron durante las guerras dinásticas de fines de la Era Vikinga.



Los hallazgos demuestran que los carpinteros de ribera vikingos, preocupados por conseguir la nave idónea para operaciones de incursión, crearon el más espectacular de todos los barcos tradicionales. La relación entre la eslora y la manga, mayor de 6:1 y que alcanzó los 11,4:1 en la nave longa de Hedeby, asociada al reducido calado, les permitía desembarcar en cualquier playa y remontar cursos de agua. Con la velocidad como objetivo, a remo y a vela, los constructores lograron asociar la robustez con la elasticidad y la ligereza, usando una tablazón de dos centímetros de grueso —la anchura de un dedo—, y eliminando el mínimo sobrante de cualquier pieza. Además, la preocupación por lograr unas unidades perfectas les llevó a hacerlas de una belleza extraordinaria, gracias a las curvas esbeltas de los extremos de proa y de popa. El texto de un cantar cortesano proclama la

gracia del dragón del rey Haraldo el Duro: “Mientras los noruegos reman la serpiente, la nave remachada, descendiendo la corriente helada, se parece a las alas de un águila.” Platón pudo negar la existencia de formas ideales en este mundo porque no vio ninguna nave vikinga.

La relación perfecta entre la forma, la estructura y los materiales de la nave longa no es obra de un genio creador único ni de una sola época, sino resultado de la evolución técnica a lo largo de 6000 años.

Al parecer, los primeros precursores fueron los monóxilos de la Edad de Piedra, como los encontrados en asentamientos costeros de Dinamarca, el más antiguo de los cuales se remonta al 5000 a.C. Con herramientas de piedra, los carpinteros de ribera ahuecaron los troncos de los tilos, de madera blanda y duradera, hasta convertirlos en cascos con costados de dos centímetros de grueso.

Como en todo monóxilo es el propio casco quien proporciona la resistencia estructural, a la manera de un exoesqueleto genuino. Los monóxilos alcanzaron esloras de 10 metros y al parecer, propulsados con canaletes, los usaban para pescar bacalaos, cazar ballenas y en expediciones de saqueo. Posteriormente habrían de servir de ataúdes. Los creadores de los monóxilos transmitieron a sus sucesores la idea de hacer naves abiertas, ligeras, de poco calado y casco de poca manga.

Hacia el 3000 a.C. los carpinteros de ribera de orillas del río Åmose, en Dinamarca, empezaron a hacer una fila de agujeros a lo largo del límite superior de los costados de los monóxilos. Esto les permitió acoplar en esa parte una tabla con agujeros similares situados cerca del canto inferior, cosiéndola con cordel hecho de tendones o fibra vegetal. El

**2. LA NAVE LONGA COMBINABA LAS FUNCIONES de transporte oceánico de tropas y embarcación de desembarco. Su reducido calado le permitía acercarse a cualquier playa o desembarcar tierra adentro remontando algún río de pocos metros de profundidad. Los 60 o más guerreros que llevaban las naves mayores podían pasar a tierra saltando por encima de los costados—de escasa altura— y dando unas pocas zancadas. Una letanía medieval refleja el terror que producían: “De la furia de los normandos, libéranos Señor”.**





## *El dominio de la nave longa*

Principales rutas de las expediciones de las naves largas vikingas. Cualquier asentamiento costero era susceptible de ser atacado.







**3. LOS HALLAZGOS DE NAVES LONGAS** aparecen señalados en el mapa con puntos rojos. Las precursoras de ellas, con azules.

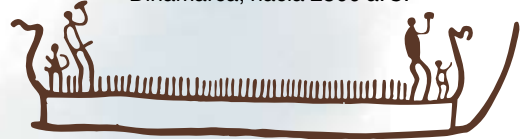
## Precursoras de la nave longa



Canoa monóxila de Lystrup, Dinamarca, hacia 5000 a. C.



Canoa monóxila realizada de Åmose, Dinamarca, hacia 2500 a. C.



Canoa de guerra de Østfold, Noruega, entre 1000 y 500 a. C.



Canoa de dos proas bífidas de Hjordstrup, Dinamarca, hacia 350 a. C.



Canoa monóxila expandida de Bornholm, Dinamarca, entre el 1 y 200 d. C.



Embarcación a remo de guerra de Nydam, Dinamarca, hacia 300 d. C.



Embarcación a remo de guerra con quilla y timón de aleta fijo de Kvalsund, Noruega, hacia 700 d. C.

solape resultante marca el nacimiento del sistema de construcción típico del norte de Europa, conocido como “de tingladillo”, caracterizado por esa disposición de las tablas. Con el añadido de dicha tabla creció el “francobordo” de la embarcación, es decir, la distancia entre la superficie del agua y el extremo superior de los costados, mejorando la navegabilidad. El hallazgo de hachas danesas de pedernal en enclaves remotos del norte de Noruega y Suecia es el mejor testimonio de los viajes de los navegantes de la Edad de Piedra.

Durante la Edad del Bronce (2000 a 500 a. C.) las embarcaciones de

Escandinavia empezaron a adoptar algunos elementos característicos de las futuras naves vikingas, incluyendo los engallados remates de ambos extremos en forma de espirales o cabezas de animales. Algunas de tales cabezas eran de serpiente o de dragón, como podemos comprobar en muchas representaciones artísticas de la Edad de Bronce. Los guerreros que dotaban tales embarcaciones solían llevar un casco adornado con cuernos, que se ha convertido en el símbolo distintivo de los vikingos en óperas y películas, aunque ese casco estaba fuera de uso ya en la Era Vikinga.

Los dibujos que aparecen en las herramientas de metal y en las piedras grabadas de la Edad del Bronce muestran embarcaciones con una proyección de la quilla en el extremo de proa. Aunque este detalle no es nada familiar en embarcaciones europeas, se parece mucho al que podía observarse todavía a principios de nuestro siglo en monóxilos realizados —mediante tablas cosidas en los costados— en Siberia, Africa central y Pacífico meridional. Esa proyección constituía el extremo del monóxilo que formaba la base de la canoa. Prolongado a veces con una rama o pieza de madera curvada, servía de