

REVISTA DE HISTORIA NAVAL

SUPLEMENTO NÚM. 18



EL SUBMARINO DE PERAL EN EL 125.º
ANIVERSARIO DE SU BOTADURA

Año XXXI

2013

Núm. 121

INSTITUTO DE HISTORIA Y CULTURA NAVAL
ARMADA ESPAÑOLA

INSTITUTO DE HISTORIA Y CULTURA NAVAL
ARMADA ESPAÑOLA

REVISTA
DE
HISTORIA NAVAL

EL SUBMARINO DE PERAL EN EL 125.º ANIVERSARIO
DE SU BOTADURA

Agustín R. Rodríguez González
Doctor en Historia





CONSEJO RECTOR:

Presidente: José Antonio González Carrión, contralmirante, director del Instituto de Historia y Cultura Naval.

Vicepresidente y Director: Pedro José Giner Lara, capitán de navío.

Vocales: José Cervera Pery, general auditor y periodista; Hugo O'Donnell y Duque de Estrada, de la Comisión Española de Historia Marítima; Enrique Martínez Ruiz, catedrático de Historia de la Universidad Complutense de Madrid; Jesús Bernal García, capitán de navío, Departamento de Historia; César Goday Buján, capitán de navío, Departamento de Cultura Naval; José Antonio Ocampo Aneiros, coronel de Máquinas, consejero-colaborador.

Redacción, Difusión y Distribución: Ana Berenguer Berenguer; Delia Colazo Rodríguez.

Administración: Rocío Sánchez de Neyra Espuch; Paloma Molins Bedriñana.

DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN:

Instituto de Historia y Cultura Naval.
Juan de Mena, 1, 1.ª planta.
28071 Madrid (España).
Teléfono: 91 312 44 27.
Fax: 91 379 59 45.
C/e: ihcn@fn.mde.es

IMPRIME:

Servicio de Publicaciones de la Armada.

Publicación trimestral: segundo trimestre de 2013.
Precio del ejemplar suelto: 4 euros.

Suscripción anual:

España y Portugal: 16 euros.
Resto del mundo: 25 euros.

Depósito legal: M. 16.854-1983.
ISSN: 0212-467-X.
NIPO: 083-13-118-X (edición en papel).
NIPO: 083-13-119-5 (edición en línea).

Impreso en España. - Printed in Spain.

CUBIERTA ANTERIOR: Logotipo del Instituto de Historia y Cultura Naval.
CUBIERTA POSTERIOR: Del libro *Regimiento de Navegación*, de Pedro de Medina (Sevilla, 1563).

Las opiniones emitidas en esta publicación son de la exclusiva responsabilidad de sus autores.

Agustín Ramón Rodríguez González, nacido en Madrid en 1955, es doctor en Historia por la Universidad Complutense de Madrid y académico correspondiente de la Real Academia de la Historia. Ha publicado 28 libros sobre Historia Naval, entre los que destacan: *Política naval de la Restauración, 1875-1898* (1989), *Isaac Peral, historia de una frustración* (1993 y 2007), *Operaciones de la guerra del 98, una revisión crítica* (1998), *La Campaña del Pacífico, 1862-1871* (1999), *Lepanto, la batalla que salvó a Europa* (2004 y 2010), *Trafalgar y el conflicto naval anglo-español del siglo XVIII* (2005), *Victorias por mar de los españoles* (2006, 2007 y 2010), *Galeras españolas: del Egeo al Mar de China* (2007), *La reconstrucción de la Armada. Planes navales españoles 1898-1920* (2010), *Mitos desvelados: Drake y la Invencible* (2011) y *Jaime Janer Robinson: ciencia y técnica para la reconstrucción de la escuadra* (2012). En colaboración con otros autores ha publicado: *Buques de la Armada española a través de la fotografía, 1849-1900* (2001), *La fragata en la Armada española, 500 años de historia* (2003) y *Los submarinos españoles* (2006), aparte de otras colaboraciones menores en una veintena de obras colectivas, entre las que destaca el capítulo dedicado a la guerra naval del 98 en la monumental *Historia de España* de Menéndez Pidal. Ha impartido cursos y conferencias en la Escuela de Guerra Naval de Madrid y en la Escuela Naval de Marín, así como en el Mando de Defensa contra Minas y en el Arma Submarina de Cartagena. Asiduo colaborador de la *Revista General de Marina* y la de *Historia Naval*, así como de otras, tanto de investigación como de divulgación, ha publicado en ellas más de cien trabajos. Ha formado parte en siete equipos de investigación con financiación oficial y participado en una veintena de congresos nacionales e internacionales. Por sus trabajos ha merecido en cuatro ocasiones el Premio Virgen del Carmen de la Armada española, el Almirante Francisco Moreno de la *Revista General de Marina*, el Ángel Ayala de la Fundación San Pablo CEU y otros. Entre otras distinciones posee la Cruz del Mérito Naval con distintivo blanco.

La REVISTA DE HISTORIA NAVAL es una publicación periódica trimestral del Ministerio de Defensa, publicada por el Instituto de Historia y Cultura Naval, centro radicado en el Cuartel General de la Armada en Madrid, cuyo primer número salió en el mes de julio de 1983. Recoge y difunde principalmente los trabajos promovidos por el Instituto y realizados para él, procediendo a su difusión por círculos concéntricos, que abarcan todo el ámbito de la Armada, de otras armadas extranjeras, de la Universidad y de otras instituciones culturales y científicas, nacionales y extranjeras. Los autores provienen de la misma Armada, de las cátedras de especialidades técnicas y de las ciencias más heterogéneas.

La REVISTA DE HISTORIA NAVAL nació pues de una necesidad que justificaba de algún modo la misión del Instituto. Y con unos objetivos muy claros, ser «el instrumento para, en el seno de la Armada, fomentar la conciencia marítima nacional y el culto a nuestras tradiciones». Por ello, el Instituto tiene el doble carácter de centro de estudios documentales y de investigación histórica y de servicio de difusión cultural.

El Instituto pretende cuidar con el mayor empeño la difusión de nuestra historia militar, especialmente la naval —marítima si se quiere dar mayor amplitud al término—, en los aspectos que convenga para el mejor conocimiento de la Armada y de cuantas disciplinas teóricas y prácticas conforman el arte militar.

Consecuentemente la REVISTA acoge no solamente a todo el personal de la Armada española, militar y civil, sino también al de las otras Marinas, mercante, pesquera y deportiva. Asimismo recoge trabajos de estudiosos militares y civiles, nacionales y extranjeros.

Con este propósito se invita a colaborar a cuantos escritores, españoles y extranjeros, civiles y militares, gusten, por profesión o afición, tratar sobre temas de historia militar, en la seguridad de que serán muy gustosamente recibidos siempre que reúnan unos requisitos mínimos de corrección literaria, erudición y originalidad fundamentados en reconocidas fuentes documentales o bibliográficas.

**EL SUBMARINO DE PERAL
EN EL 125.º ANIVERSARIO DE SU BOTADURA**

ÍNDICE

	Págs.
Introducción	9
El marco histórico, familiar y profesional	10
Una nueva Marina ilustrada	11
La familia Peral	14
Isaac Peral y Caballero	17
El proyecto del submarino y su construcción	20
El proyecto del submarino	25
La propulsión	28
Los movimientos verticales	30
La respiración	30
La navegación y el combate	31
Despliegue	33
La construcción	34
Pruebas, experiencias y juicio	34
Las pruebas preliminares	34
Las pruebas oficiales y el éxito	38
Nuevos desarrollos	48
Los primeros submarinos operacionales	52
Apéndice: el aparato de profundidades	54
Memoria del Centro Técnico, Facultativo y Consultivo de Marina ..	56
Descripción del torpedo Whitehead-Schwarzkopf	57

NOTA PARA NUESTROS SUSCRIPTORES

La REVISTA DE HISTORIA NAVAL realiza periódicamente la actualización de la lista de suscriptores que comprende, entre otras cosas, la comprobación y depuración de datos de nuestro archivo. Con este motivo solicitamos de la amabilidad de nuestros suscriptores que nos comuniquen cualquier anomalía que hayan observado en su recepción, ya porque estén en cursos de larga duración, ya porque hayan cambiado de situación o porque tengan un nuevo domicilio. Hacemos notar que cuando la dirección sea de un organismo o dependencia oficial de gran tamaño, conviene precisar no sólo la Subdirección, sino la misma Sección, piso o planta para evitar pérdidas por interpretación errónea de su destino final.

Por otro lado recordamos que tanto la REVISTA como los *Cuadernos Monográficos* del Instituto de Historia y Cultura Naval están a la venta en el Museo Naval y en el Servicio de Publicaciones de la Armada, c/. Montalbán, 2.— 28071 Madrid, al precio de 4 euros, la revista, y 6 euros, los cuadernos monográficos. .

La dirección postal de la REVISTA DE HISTORIA NAVAL es:

INSTITUTO DE HISTORIA Y CULTURA NAVAL.
C/ Juan de Mena, 1, 1.^a planta
28071 Madrid (España).
Teléfono: (91) 312 44 27
Fax: (91) 379 59 45.
C/e: ihcn@fn.mde.es

EL SUBMARINO DE PERAL EN EL 125.º ANIVERSARIO DE SU BOTADURA

Agustín Ramón RODRÍGUEZ GONZÁLEZ
Doctor en Historia

Introducción

CONVIENE, por muchos motivos, recordar lo que significó —para España, para su Armada y para la navegación submarina en particular— el hecho de que, el 8 de septiembre de 1888, se botara el que la experiencia y la distancia de los años ha demostrado que fue el primer submarino moderno, con propulsión eléctrica adecuada y segura, periscopio adaptado a la visión y el tiro, tubo de lanzar interno y de fácil recarga y, en fin, unas prestaciones y fiabilidad demostradas en una larga serie de exigentes pruebas, tan sorprendentes como inusitadas en un buque que, como no podía ser menos, era solo un prototipo.

Todo ello se debió al ingenio, sabiduría e ímprobo trabajo de un joven oficial de la Armada, don Isaac Peral y Caballero, quien no solo hizo sorprendentes avances en estas cuestiones puramente técnicas, sino que esbozó otros —algunos francamente revolucionarios— e incluso anticipó tácticas de utilización de los sumergibles que solo se experimentaron y revelaron en todo su valor más de cincuenta años después, durante la segunda guerra mundial.

Y decimos que conviene recordar este verdadero hito en la historia de la ciencia y de la técnica, de la navegación submarina y de la propia Armada española, por muchos motivos. Entre tales motivos, tal vez no sea el menos importante recordar la nada desechable, pese al tópico, aportación española en estas áreas, mucho menos valorada de lo que debería, cuando no desconocida o trivializada. El momento no puede ser más oportuno, cuando, tras casi un siglo ya de total dependencia del extranjero en lo tocante a tecnología, se están construyendo actualmente, pese a los problemas y los recortes presupuestarios, una serie de submarinos, los tipo S-80A, que prometen significar un gran paso adelante en este tipo tan especial de buques.

No queremos entrar en nuevas polémicas que, lejos de mostrar en toda su brillantez la obra de Peral y sus proyectos, tienden a ocultarla, como tan a menudo sucede entre nosotros. Por ello, tras una breve reseña biográfica del genial inventor y de describir sumariamente el ambiente en que vivió y los logros paralelos, en el campo de los sumergibles, de otros países presunta-

mente mejor dotados para resolver el problema de la navegación submarina, este trabajo se centrará en los aspectos más puramente técnicos, científicos y operativos, que son los que mejor pueden dar cuenta de lo conseguido hace 125 años (1). Estos logros, que enorgullecerían a la nación más avanzada, aquí, dada la peculiar idiosincrasia de España, no han servido muchas veces más que para concluir que los españoles son un auténtico desastre como pueblo y que nuestros males no tienen remedio, justamente la actitud más aconsejable la mejor opción para no mejorar nunca y para que esos males no sean extirpados.

Y no está de más hacer hincapié en ello en los duros momentos que vivimos, en que la entrega y el sacrificio de Peral pueden servirnos de ejemplo, desencantados como estamos ya de «hábil atajos» hacia la prosperidad, y persuadidos de que el único motor del progreso, para que este sea seguro y continuo, es el saber y el trabajo honrado y bien servido por la inteligencia.

Porque ese y no otro, el progreso de la Armada y de España, fue el objetivo de Isaac Peral y Caballero.

El marco histórico, familiar y profesional

Una nueva Marina ilustrada

Tal vez no esté de más recordar que Isaac Peral vivió inmerso en la que ha convenido en llamarse «edad de plata» de la cultura española, que si parece menor en comparación con el llamado Siglo de Oro, lo es simplemente por la irreplicable grandeza de este. En efecto, se habían superado de un modo u otro las gravísimas crisis de los dos primeros tercios del siglo XIX, en los que se suceden la invasión napoleónica, la emancipación americana, los conflictos continuos entre los que veían en las glorias del pasado la solución para el futuro o los que preferían apostar por las ideas nuevas, todos con sus diversos matices y distinciones, pero que habían llevado al país a nada menos que tres guerras civiles y una cierta inestabilidad política, llevada al colmo durante el llamado Sexenio Democrático. En tan corto lapso los españoles serán testigos nada menos que de una revolución —la que destronó a Isabel II—, del intento de implantar una monarquía democrática durante el fugaz reinado de Amadeo I, de la proclamación de la I República, la revolución cantonal, la cubana y la última guerra carlista. Los ánimos parecieron serenarse tras la Restauración,

(1) Entre las más completas biografías de Peral citaremos la de su hijo PERAL CENCIO, Antonio: *El profundo Isaac*. Castro, Madrid, 1934. También son estimables PÉREZ DE PUIG, Erna: *Peral, su obra y su tiempo*. Madrid, 1989, y RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, Agustín Ramón: *Isaac Peral, historia de una frustración*. Caja Murcia y Ayuntamiento de Cartagena, 1993 (2.ª ed., actualizada, Grafite, Madrid, 2007). Con referencia a su proyecto: PERAL Y CABALLERO, Isaac: *La Memoria del submarino*. Áglaya, Cartagena, 2003, donde se reproduce el informe de Peral sobre la construcción y pruebas, con introducción y notas de A.R. RODRÍGUEZ GONZÁLEZ.

desengañados muchos españoles de utopías políticas que llevaran por sí mismas la paz y prosperidad al viejo país.

Así floreció la pléyade de literatos y artistas, de novelistas, poetas, periodistas, pintores, escultores, arquitectos y músicos de los que se enorgullece todavía hoy España, y cuya línea se prolongaría en el primer tercio del siglo XX, con generaciones sucesivas como la del 98, la del 14, la del 27 y la del 36.

Pero esta realidad, bien conocida y valorada por lo que se refiere a la creación artística, parece serlo mucho menos en cuanto a las aportaciones españolas a la ciencia y la técnica. Estas se han pretendido o escasas o irrelevantes, de forma tan tópica como tradicional, aduciendo no se sabe muy bien qué problemas o insuficiencias del carácter español para estas facetas del saber, argumentos que alumbraron la famosa «polémica sobre la ciencia española», en que unos y otros discutieron con mayor o menor acierto sobre esa cuestión.

Lo cierto era que, pasadas o al menos superadas temporalmente las pasiones políticas, muchos españoles reconocieron su atraso con respecto a los países más avanzados de Europa y a Estados Unidos en dichos terrenos, el industrial y el económico, justo cuando la llamada Primera Revolución industrial, basada en el hierro, el carbón, los ferrocarriles y vapores, y la industria textil, estaba dando paso aceleradamente a la segunda, con avances progresivamente acelerados en el acero, la electricidad en sus diversas aplicaciones, el electromagnetismo, la industria química, el motor de explosión y tantos nuevos adelantos. España, que ya había llegado con retraso a la primera, corría el riesgo de ni tan siquiera incorporarse a la segunda, lo que podría ser funesto para el futuro de un país que ya se reconocía pobre y atrasado.

Y a nuestro juicio no se recuerda como se debiera el inmenso esfuerzo de muchos españoles de entonces que quisieron salvar ese desfase con su trabajo honrado y tenaz, con la ilusión de contribuir a la regeneración de la vieja y decaída nación.

Entre ellos se destaca de forma notable el ilustre histólogo y primer premio Nobel científico español, don Santiago Ramón y Cajal, solo un año menor que Peral y con similares orígenes modestos a los de este. Y así, siendo hijo de un cirujano barbero rural, solo después de muchos años, estudios y sacrificios consiguió licenciarse en Medicina, pese a las obligaciones familiares.

Recordemos que el joven Cajal, apenas superada la carrera, se presentó voluntario como médico militar para servir como teniente en la tercera guerra carlista en el frente de Cataluña, y luego como capitán en la guerra de Cuba, donde a punto estuvo de dejarse la vida. Amargado y desilusionado, con graves secuelas físicas y anímicas, pudo sobreponerse, doctorarse e iniciar sus investigaciones, que le valdrían tantas recompensas y el reconocimiento mundial, hasta el punto de que hoy, junto con Einstein, sigue siendo el autor más citado en la bibliografía científica. Si bien es verdad, y como es usual, que en España el reconocimiento le vino, tras años de incomprensiones y de falta de apoyo, a remolque de las noticias de sus éxitos en el extranjero, no

deja de resultar emocionante que el propio Cajal sintiera como su mejor recompensa el que, poco después del desastre de 1898, fuera invitado por las principales universidades de Estados Unidos a pronunciar conferencias para divulgar en tan avanzado país sus descubrimientos. Como expresó el gran investigador, España no estaba tan derrotada ni tenía tan poco futuro si uno de sus hijos, trabajando casi en solitario, era capaz de asombrar a uno de los países en vanguardia de la ciencia.

Pero el caso de Cajal, con ser el más notable, no es único. Toda una panoplia de médicos descollaron por esos años en un espectro de campos que abarca desde la profilaxis hasta la terapéutica o la investigación. Como muestra de lo dicho podemos citar a Jaime Ferrán, Ezquerdo, Rubio y Galí, el primer Barraquer, el cubano-español Finlay y tantos otros, que situaron la medicina española en un puesto más que honorable a nivel mundial.

A los médicos se unieron, aunque no de forma tan notoria y numerosa, otras figuras muy destacadas en diversos ámbitos científicos, como el matemático Echegaray —nuestro primer Nobel... de literatura—, el biólogo marino González de Linares, el gran ingeniero e inventor Torres Quevedo, o el eminente La Cierva, por citar únicamente los más conocidos.

Y es muy de notar que tanto Echegaray como los doctores Ezquerdo y Federico Rubio fueran amigos personales de Peral. Don José, en concreto, fue un acérrimo defensor público del protagonista de este trabajo y de su invento, al igual que Cajal, por entonces aún poco conocido, apoyo del que también participaron literatos del fuste de doña Emilia Pardo Bazán o el mismo Galdós.

Menos recordado es que la Armada, como no podía ser de otra manera, participó, y muy activamente, en este impulso, y ello tanto por razones puramente profesionales como por las generales ya mencionadas de contribuir al renacer del país.

Hablando primero de las últimas, en esta época se recordaba y valoraba mucho el papel de la Armada ilustrada como vanguardia de la renovación científica y técnica de España en el siglo XVIII. En ello mucho tuvo que ver *Trafalgar*, «Episodio nacional» de Pérez Galdós que trazó un ameno relato de cómo algunos de ellos habían sido sacrificados en la famosa batalla en aras de la línea política del momento, hegenonizada por Napoleón. Pero todos reconocían el papel fundamental de marinos como el gran Jorge Juan, Antonio de Ulloa, Tofiño, Malaspina, Bustamante, Azara, Churruca, Mourelle de la Rúa y tantos otros en ramas de la ciencia tan dispares como las matemáticas, la astronomía, la física, las ciencias naturales, la cartografía y muchas otras. Y ello en un país que también por entonces se sentía descolgado del avance científico y tecnológico de las primeras potencias europeas.

Así que de nuevo se generó no ya una, sino varias generaciones de marinos que realizaron sensibles aportes en los nuevos campos abiertos por la Segunda Revolución industrial, pues la tecnología militar y naval se impuso en la época como una verdadera vanguardia introductora y divulgadora de muchos de los adelantos técnicos del momento.

No es muy fácil comprender hoy el ritmo de los cambios a fines del XIX y comienzos del XX. Un buen ejemplo para entender lo que supuso esa auténtica revolución, y lo vertiginoso de los avances que impulsó, puede ser el de la fragata blindada *Numancia*, que en 1866 impresionó a todos por su resistencia a la más moderna y pesada artillería en el famoso combate de El Callao, para convertirse en un buque completamente obsoleto apenas veinte años después, cuando el *Pelayo* —como la *Numancia*, de factura francesa— iba a reemplazarla como buque insignia de la escuadra española. Claro que se pudo haber modernizado, con la supresión del aparejo o el cambio de la artillería lisa y de avancarga por más modernas piezas rayadas y de retrocarga, pero resultaba por completo fuera de lugar reemplazar su casco y blindaje de hierro por el moderno acero, o sustituir sus viejas máquinas y calderas por los nuevos hallazgos en propulsión. Aunque pueda parecer mentira, incluso hoy, a comienzos del siglo XXI, los buques de guerra duran más y son más fácilmente modernizables que los de esa época, pues el mismo *Pelayo* necesitó una modernización antes del decenio de su entrada en servicio, y quedó relegado a su vez a ser una venerable antigualla con la botadura del *Dreadnought*, menos de veinte años después de la propia.

Así que la presión sobre los marinos para seguir tan rápidos desarrollos fue muy grande en la época, pero también el patriótico impulso de irse emancipando de la dependencia científica y tecnológica del extranjero y de nacionalizar gradualmente en lo posible tanto el diseño como la construcción de los nuevos buques, armas y sistemas, utilizando de paso esos avances en beneficio general del país.

Empezando por los artilleros navales, tenemos en primer lugar la figura de González Hontoria, creador de varios sistemas sucesivos de artillería de retrocarga, desde las piezas más pesadas hasta las ligeras, y en su estela, a González Rueda, García Lomas, Guillén, Sarmiento y tantos otros.

Nuevas armas como la mina submarina tuvieron aquí acreditados especialistas, como Joaquín Bustamante y Quevedo, que diseñó la suya para evitar el alto precio y la dependencia de la ideada por un extranjero, y también realizó aportaciones como los aparatos y sistemas para su detonación eléctrica, su aparato de puntería para torpedos, sus profundos estudios sobre estas armas submarinas y los buques que las utilizaban, la desviación de la aguja y su corrección en buques ferromagnéticos repletos de mecanismos de todas clases, muchos de ellos eléctricos y, entre otras muchas cosas, el moderno tiro naval, tanto de las baterías de costa como de a bordo (2).

La nómina se amplía con el Fernando Villaamil, padre del *Destructor*, primero de una clase de buques que ha llegado a ser universal; Antonio Llopis, por cierto compañero de promoción de Peral, el primero que propugnó

(2) GONZÁLEZ CAÑIBANO, Modesto: *Génesis de los Bustamante. Biografía de D. Joaquín Bustamante y Quevedo*. Ayuntamiento de Santander, 2000, y RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, A.R.: «Apuntes biográficos sobre D. Joaquín Bustamante y Quevedo», en *Anuario del Instituto de Estudios Marítimos Juan de la Cosa*. Santander, 1988, vol. VI, pp. 115-140.

en España la utilización de medios aéreos a bordo, en concreto globos cautivos; el gran José Luis Díez, prematuramente muerto cuando ya había conseguido renombre internacional por sus conocimientos y aportaciones en relación con la electricidad, compañero de Peral en la Academia de Ampliación, así como el ingeniero naval Castellote y el torpedista Ariza, y así tantos otros, brillante serie que culmina en la figura de Jaime Janer Robinson, continuador de la ilusión de los citados y de sus trabajos (3).

Pero no se crea que todo quedaba en aplicaciones militares, pues por ejemplo es notorio que muchas de las primeras instalaciones eléctricas en España, tanto para iluminación como para telefonía, o posteriormente la radiotelegrafía, fueron debidas a estos marinos o a compañeros suyos. Y qué decir de sus aportaciones a la siderometalurgia, la construcción naval, las máquinas de vapor y las turbinas, la química y los explosivos en general, etc.

Por supuesto que hubo también aportaciones de los compañeros del Ejército de Tierra, como el artillero Ordóñez o los también artilleros Cabanyes y Bonet, artífices de un modelo de submarino paralelo al de Peral, si bien menos conseguido y que nunca pasó de proyecto, o el trabajo paralelo del comandante Julio Cervera Baviera, que patentó y probó con reiterado éxito aparatos de radiotelegrafía sin hilos, en competencia con los de Marconi, aunque luego abandonara sus investigaciones, por citar solo algunos de los más conocidos.

Así que Peral en modo alguno fue una figura aislada, sino que, muy por el contrario, perteneció a ese ilusionado y bastante nutrido grupo de españoles interesados en el desarrollo científico de su patria. Si acaso su proyecto fue uno de los más ambiciosos y de resultados más tangibles, el que más difusión pública tuvo, y por ello, y desgraciadamente, también el que desató mayor polémica.

Pero, descrito sumariamente el marco general de Peral, debemos referirnos ahora a su circunstancia familiar y personal.

La familia Peral

Como es bien sabido, Isaac José María Segundo Tomás Peral y Caballero nació en Cartagena el primero de junio de 1851, para ser bautizado dos días después en la parroquia castrense de San Fernando. Sus orígenes fueron modestos, pues su abuelo paterno, tras largos años de servicio, se retiró como capitán de Artillería y condestable. En cuanto a su padre, don Juan Manuel, llegaría a capitán de Infantería de Marina tras largos años de servicio, al que pondría fin su muerte (el 26 de agosto de 1872), de «congestión cerebral»,

(3) SERRANO MONTEAVARO, Miguel Ángel: *Fernando Villaamil. Una vida entre la mar y el dolor. La guerra de Cuba*. Asamblea Amistosa y Literaria, Madrid, 1988; RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, A.R.: *Jaime Janer Robinson, ciencia y técnica para la reconstrucción de la escuadra*. Navalmil, Madrid, 2012; ÍDEM: «En la Preshistoria de la Aeronáutica Naval», en *Revista General de Marina*. Enero 1990, pp. 23-27.

acaecida en Puerto de Cristo (Cuba) en plena Guerra de los Diez Años. Contaba para entonces cincuenta y un años. Fruto de su matrimonio con doña Isabel Caballero nacieron tres hijos varones: Pedro, Isaac y Manuel, todos ellos oficiales de Marina, y una única mujer, Isabel.

No sabemos cómo la modesta familia pudo hacer frente al dispendio de sufragar sucesivamente las tres carreras de los hijos, aunque se conservan las instancias de petición de plaza de gracia para Isaac, solicitud que tras mucho papeleo fue finalmente denegada, pese a las halagüeñas perspectivas iniciales. Así que la familia tuvo que esforzarse en economizar, y el padre debió solicitar los peligrosos destinos de Ultramar —los mejor remunerados— para conseguir dar a sus hijos una formación superior.

El hermano mayor, Pedro Peral, nacido en 1849, tras ser admitido como caballero aspirante en el Colegio Naval Militar el 7 de julio de 1864, consiguió el grado de guardiamarina de segunda clase el 20 de junio de 1865. Posteriormente ascendería, en septiembre de 1877, a teniente de navío; a teniente de navío de primera clase (hoy capitán de corbeta) en febrero de 1890, y en abril de 1897 a capitán de fragata. Murió por causas naturales en 31 de mayo de 1902, siendo así, por tanto, el más longevo de los tres hermanos y el que más alta graduación consiguió en la Armada, pues los dos pequeños no pasaron de tenientes de navío (4).

Don Pedro tuvo una distinguida carrera, siendo recompensado por su actuación durante la Cantonal en Cádiz, la tercera guerra carlista y las guerras de Cuba, donde acreditó méritos que le valieron, entre otras distinciones, la declaración de Benemérito de la Patria, la concesión de dos Cruces rojas, Militar y Naval, y el ascenso al grado de comandante por sus servicios en Cuba. Durante estos años mandó sucesivamente los cañoneros *Cuba Española* y *Flecha*, así como el pontón *Hernán Cortés*. Durante la guerra con Estados Unidos comandó el *Marqués de la Ensenada*, aunque el pequeño crucero, pendiente de reparaciones y fondeado en La Habana, apenas pudo participar en la contienda, a la que aportó poco más que su artillería, emplazada en tierra para reforzar las baterías que defendían la plaza y puerto.

Pero lo que más nos interesa aquí es su labor científica. Esta se inició con la frustración de ver rechazada su solicitud, presentada en 1873, para cursar estudios en la Academia de Ampliación de Estudios de la Armada, cosa que sí obtendría Isaac, pero vocación que se confirmó con su *Tratado de álgebra* de 1884, obra de texto aprobada y sufragada por la Armada y que él ofreció para evitar que fuera una traducción extranjera. Por lo demás, fue profesor en la Escuela Naval y en el Observatorio Astronómico de San Fernando, jefe de la Comisión Hidrográfica de las Antillas e inspector del Estado del recién entregado pero defectuoso cañonero-torpedero *Filipinas* en febrero de 1896 y poco

(4) Todas las referencias de la familia Peral en Archivo General de Marina Don Álvaro de Bazán (en lo sucesivo AAB), Expedientes Personales, Cuerpo General e Infantería de Marina para el padre.

después de las obras de construcción en Inglaterra del modernísimo destructor *Terror* en 1896 y 1897. Sus estudios le habían valido, el 31 de marzo de 1895 el título de ingeniero hidrógrafo, lo que le supuso además la concesión de una Cruz del Mérito Naval con distintivo blanco.

También se le encargó el mando del gran dique flotante recién adquirido para La Habana, de cuya puesta en funcionamiento fue responsable, lo que le valió otra Cruz, dada la dificultad de la tarea. Cuando, tras la paz, el dique fue vendido a Estados Unidos, Peral se encargó de hacer la transferencia y de remitir toda la información técnica sobre su uso, trámites que efectuó con tal diligencia que el 21 de febrero de 1901 obtuvo el agradecimiento formal de los nuevos propietarios por lo esmerado de su trabajo. También, y paralelamente, se ocupó de liquidar mediante venta material sobrante del arsenal habanero, como 13 lanchas cañoneras, seis lanchones más, equipos y pertrechos varios y diversa munición almacenada en la fortaleza de San Carlos de la Cabaña.

Y es muy de destacar que don Pedro Peral había sido encargado oficialmente por el gobierno español de investigar las causas de la voladura del *Maine* apenas tres años antes, y su dictamen no pudo sino excluir a España de toda responsabilidad, al obedecer la tragedia, según toda evidencia, a una explosión interna en el buque. Curiosamente, aunque el informe ha sido publicado y divulgado con frecuencia y aparece firmado con su nombre y apellido, pocos han recordado su parentesco con el inventor del submarino.

Tan brillante carrera, de la que aquí hemos expuesto solo un apretado resumen, pudo haber sido aún más excelente de no ser por su temprana muerte y por un hiato en sus servicios en la Armada, de junio de 1888 a diciembre de 1895, en que figuró como supernumerario o en licencia por motivos personales.

No sabemos hasta qué punto las inclinaciones científicas y los estudios del hermano mayor ayudaron al segundo, aunque algo se haya dejado traslucir sobre que observó un tanto críticamente el invento del submarino, proyecto cuya plasmación veía como algo utópico. Lo que parece evidente es que Isaac, como buen segundón, hizo todo lo posible por superar al primogénito, y no cabe duda de que lo consiguió.

En cuanto al pequeño, Manuel, nacido en julio de 1862, y cuya carrera debieron costear los dos mayores —el padre de la familia había fallecido cuando tenía unos diez años—, siguió una trayectoria bien diferente. Poco o nada interesado en cuestiones científicas, en contraste con los dos mayores, descolló por sus servicios en Filipinas, donde ganó varias cruces rojas por méritos de guerra, hasta que en el aciago 1898, cuando el *Leyte*, cañonero de su mando, fue apresado por la victoriosa escuadra de Dewey, en una conducta tan abusiva como poco honorable, cuando el cañonero remolcaba gabarras llenas de refugiados civiles y militares que escapaban de la insurrección tagala hacia la ya asediada Manila y se acercó con bandera de parlamento a los buques estadounidenses para hacerlos saber la peligrosa situación de tantas personas y solicitar paso libre. Exculpado de cualquier responsabilidad en el

apresamiento de su buque, demasiado pequeño y lento para presentar resistencia o huir de sus enemigos, el todavía joven teniente de navío murió al poco de regresar a España.

Isaac Peral y Caballero

En cuanto a Isaac, como ya hemos dicho, su vocación naval puso en serios problemas a la familia, especialmente porque el mayor, Pedro, hacía solo dos años que había conseguido el ingreso en la Armada, por lo que las finanzas familiares no podían, salvo gran estrechez, hacer frente a tanto gasto. Hay una serie de anécdotas al respecto, que no podemos confirmar documentalmente, pero que parecen reales: la pretensión paterna de que el muchacho ingresara en la Armada, pero dirigiendo sus miras, más modestamente, al Cuerpo de Intendencia, o incluso la menos verosímil de que el padre pidiera al tribunal examinador que suspendiera a su hijo en la prueba de acceso al Cuerpo General.

Pero lo que ya parece una completa invención es la supuesta y apabullante genialidad del muchacho, pues Isaac Peral consiguió el puesto número 10 de los 23 aprobados en el ingreso para el Colegio Naval, lo que, siendo meritorio, no resulta excepcional. Por brillante que fuera el muchacho, aún le quedaban muchos años de maduración y tal vez la enseñanza que se le pudo dar hasta entonces, aunque más que suficiente, no pudiera ser la mejor.

En cuanto a su formación como aspirante en el entonces Colegio Naval, la documentación de su hoja de servicios es expresiva de las capacidades y limitaciones del joven. La dureza de los estudios, repartidos en tres semestres, era proverbial, pero Peral los superó brillantemente. Sus calificaciones finales el 8 de diciembre de 1866 así lo demuestran: en Álgebra, Geometría, Trigonometría, Cosmografía, Navegación, Física y Artillería sus notas son excelentes, con indicaciones de sobresaliente o «muy bueno» por unanimidad del tribunal, aunque baja considerablemente en otras como Inglés, «que no tiene», Ordenanzas, Natación y Gimnasia, destacando sin embargo un «muy bueno» en Esgrima, lo que hace suponer que el joven tenía más arrestos que fortaleza.

El 26 de diciembre de 1866, con poco más de catorce años, Peral obtuvo el nombramiento de guardiamarina de segunda clase, que en la época significaba la dura tarea de completar su formación embarcado, prestando servicios a bordo que debían compatibilizarse con nuevas clases y la obvia instrucción práctica. En los años siguientes navegó en la corbeta *Villa de Bilbao* y luego en las fragatas acorazadas *Victoria*, *Arapiles* y *Numancia*. De esta última desembarcó poco antes de la famosa Guerra del Pacífico, en la que a punto estuvo de tener participación directa.

Pero la prueba de fuego fue su viaje a Filipinas en la pesada urca *Santa María*, travesía que hubo de hacer por la difícil y larga ruta del cabo de Buena Esperanza y el Índico al estar aún inacabado el canal de Suez. En este largo viaje de seis meses y medio en el mar, de Cádiz a Manila, conoció solo dos

escalas y cinco días de relativo descanso, del 26 de noviembre de 1867 al 14 de junio de 1868. La vuelta, no menos dura, transcurrió entre el 6 de mayo de 1869 (tras casi un año de permanencia de nuestra protagonista en Filipinas) y el 22 de octubre de 1869. Alejado de la Península, Peral de nuevo se vio apartado de otro hito de la historia nacional en que participó la Armada, en este caso la «revolución gloriosa» que destronó a Isabel II.

Pero sí estuvo en la *Victoria* cuando la fragata partió hacia Génova el 25 de noviembre de 1870, en unión de una lucida escuadra, para recoger allí a Amadeo I, de la Casa de Saboya, elegido rey por el Parlamento. Es más, Peral figuró en la guardia de honor del flamante monarca, lo que le valió sus primeras recompensas: la de caballero de la Orden de la Corona de Italia el 7 de diciembre de 1870, y la Medalla Conmemorativa del viaje el 8 de febrero de 1871, lo que significó, sin duda, un gran estímulo para el joven marino.

Los resultados de los sucesivos exámenes que durante esos años va pasando embarcado y de la evaluación para el ascenso a guardiamarina de primera clase, grado que consiguió el 21 de enero de 1870, lo muestran sobresaliendo de nuevo en las asignaturas científicas y mejorando su nivel en el resto, aunque en Táctica Naval tenga que conformarse con un «mediano» —tal vez empezaran ya a aflorar sus heterodoxas ideas—. Los nuevos exámenes para el ascenso a alférez de navío confirman su trayectoria, pues muy significativamente pasa en su promoción del puesto décimo alcanzado en las pruebas de ingreso en el Colegio Naval al cuarto ya como oficial de la Armada, grado que consigue el 31 de enero de 1872.

Siguen sus años de servicio en Cuba como segundo comandante del cañonero *Dardo*. Allí obtiene una Cruz del Mérito Naval con distintivo rojo por el valor mostrado, al mando del trozo de desembarco del buque, en un encarnizado combate. En Cuba, pese a su probado arrojo, ya no obtendrá más distinciones. En la tercera guerra carlista, ahora como segundo de la goleta *Sirena*, también se distinguirá en una refriega contra las baterías costeras del enemigo, susceptibles de resultar letales para un buque que en esencia no era sino un cañonero de madera. No obstante la dureza de la lucha, este hecho de armas no le reportará recompensa alguna, lo que no dejó de dolerle.

En 1876 figura en la dotación de la fragata *Blanca* como instructor de guardiamarinas, y después en la *Numancia* con el mismo destino, aparte de servir como auxiliar de derrota y oficial de órdenes de la División Naval del Cantábrico, para volver luego a la *Blanca*. Su labor docente fue recompensada en una real orden de 31 de julio de 1876 en que se agradece y valora especialmente su celo en la instrucción de guardiamarinas.

Seguidamente aprueba el difícil examen de ingreso en la Academia de Ampliación de Estudios de la Armada, adonde accede como alumno el 1 de enero de 1877 junto a 11 compañeros. Lo restringido de este número da cuenta de lo selectos que eran los estudios y, por extensión, de las grandes esperanzas puestas en el joven oficial.

Ya con anterioridad a dicho examen, Peral había redactado un trabajo titulado «Hipótesis sobre la teoría de los huracanes», que ahora presenta al direc-

tor de la Academia y del Observatorio Astronómico, el capitán de navío Cecilio Pujazón. Don Cecilio quedó tan impresionado que recomendó su publicación y que se concediese al joven autor una Cruz del Mérito Naval con distintivo blanco, petición que es atendida el 28 de octubre de 1879, cuando Peral aún no tenía cumplidos los treinta. Aunque prevista su publicación en la *Revista General de Marina*, el autor expresó su deseo de completar el trabajo y revisarlo antes de darlo a la luz, lo que muestra su afán perfeccionista y su poca receptividad a las críticas o matizaciones sobre sus trabajos, pues Pujazón anotaba que seguía en su parte teórica las ideas expuestas por un autor francés. En cualquier caso, parece que Peral nunca llegó a revisar su trabajo, que quedaría definitivamente inédito.

Durante su estancia en la Academia, Peral contrajo matrimonio con doña Carmen Cencio, hija de don Antonio Cencio, prestigioso médico de la Armada y veterano de la campaña del Pacífico. Finalizado el ciclo de cuatro años, el 21 de julio de 1880 obtiene el ascenso a teniente de navío tras superar el examen final.

A continuación, y como le correspondía embarcar, solicita y obtiene el pase a Filipinas, donde entre otras misiones mandó el cañonero *Caviteño*. Repatriado al año y medio por enfermedad, apenas vuelto a España consigue que le nombren profesor en la Academia de Ampliación, puesto al que se incorpora el 1 de enero de 1883 para encargarse de la docencia de tres asignaturas tan relevantes como física, química y alemán, entonces el idioma científico por excelencia.

En 1885, y a instancias del nuevo ministro de Marina, almirante Pezuela, se reorganizan las instituciones docentes de la Armada. Las academias especiales de los cuerpos facultativos desaparecen, refundidas en la Academia de Ampliación de Estudios, y se suprimen las de Artillería e Ingenieros. La nueva Academia de Ampliación, por su parte, se segregó del Observatorio Astronómico, que siguió bajo la dirección de Pujazón, mientras que el capitán de fragata Juan Bautista Viniegra y Mendoza se haría cargo de la ampliada academia.

Las dependencias de la cátedra de Física de Peral ocupaban tres estancias. Una era utilizada como laboratorio de electricidad experimental, otra se destinaba a la electricidad industrial, y en la última, que además servía de aula, se impartían las clases de física general. Queda, pues, claro el lugar central que en su enseñanza e investigación ocupaba la nueva fuente de energía, lo que tendrá decisivas consecuencias en el desarrollo del submarino.

Paralelamente a su labor docente e investigadora, Peral escribe por estos años sus tratados de álgebra y elementos de geometría, que por reales órdenes de 1 de marzo de 1886 y 30 de mayo de 1890 son declarados libros de texto para el examen de ingreso en la Escuela Naval. También se menciona una obra sobre la luna, sus condiciones geográficas y meteorología escrita en fecha indeterminada, pero probablemente durante la larga travesía en la urca *Santa María*. La obra en cuestión permanecerá inédita, hecho que, conocido después, sirvió para más de una broma de mal gusto sobre el inventor.

Así, a los treinta y cuatro años, la vida y la carrera de Peral parecían definitivamente asentadas. El porvenir se adivinaba seguro y estable, una vez reconocida su valía y, aún más, su capacidad intelectual, lo que le permitiría llevar una vida apacible en la que ir acumulando tareas y honores sin demasiados sobresaltos ni temores, tranquilidad que su familia en aumento hacía aún más deseable.

Pero los hechos se desarrollaron de manera muy distinta con el proyecto iniciado por entonces, que le llevaría primero a las más altas cimas de reconocimiento popular y éxito profesional, para conducirle después, y casi inmediatamente, a su separación de la Armada, por la que tanto había luchado, y a una injusta y prematura muerte, cuando su genio podía haber dado muchos más frutos. Sin embargo, en lo sucesivo nos centraremos en su proyecto de submarino y su plasmación. Basten estas pocas líneas para recordar, si necesario fuera, la impecable hoja de servicios de Peral, su acreditado valor y su capacidad intelectual y de trabajo. Por no hablar del valor necesario y del amor a España, precisos para embarcarse en una aventura tan peligrosa pese a los consejos de su entorno familiar.

El proyecto del submarino y su construcción

Vamos a omitir toda referencia a la sucesión de ensayos realizados a escala mundial en pro de resolver el problema de la navegación submarina. Para ello ya existe una amplia bibliografía a la que remitimos al lector interesado (5).

En cambio, sí quisiéramos ocuparnos, siquiera brevemente, de los intentos en ese sentido efectuados en España, bastante menos recordados, desde las tradicionales campanas de buceo a los buques sumergibles propiamente dichos. En este apartado queremos hacer mención del primer español que concibió, construyó y probó con éxito dos prototipos sucesivos de buque submarino. Hablamos de Cosme García Sáenz, que efectuó sus ensayos en Barcelona y Alicante entre 1858 y 1860. Su último modelo, que llegó a ser patentado en España y Francia, presentaba notables características, como su casco metálico, su forma general de buque de superficie —la más adecuada para un sumergible, dado que sus inmersiones eran de duración limitada, lo que hacía más práctico renunciar a la forma ahusada, idónea para la navegación submarina—, sus maniobras verticales con timones de buceo, que fueron toda una primicia mundial, o algo tan revolucionario por entonces como ir armado con un cañón de retrocarga. Pero, aparte de otros factores que malograron el proyecto, su limitación fundamental, al igual que la de todos los proyectos anteriores, fue tener que recurrir a la fuerza humana para accionar la hélice, al carecer por entonces la técnica de otro modo viable de propulsar en inmersión el ingenio (6).

(5) RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, A.R.: «Los precursores españoles», en VV.AA.: *Los submarinos españoles*. Aqualarga Grupo Cultural, Madrid, 2007, pp. 16-47.

(6) ÍDEM: *Cosme García, un genio olvidado*. Ayuntamiento de Logroño-Instituto de Estudios Riojanos, Logroño, 1996 y 2007.

Siguiéndole muy de cerca cronológicamente, vinieron los intentos, mucho más conocidos, de Narciso Monturiol y Estarriol, con sus dos sucesivos *Ictíneos*. Junto a avances sorprendentes, como su doble casco o el soplado del lastre de agua gracias a la «vejiga natatoria», los dos prototipos mostraban lagunas como sus cascos de madera o la naturaleza de su propulsión, otra vez confiada a la fuerza humana. Posteriormente, en el segundo modelo se instaló una propulsión de vapor, la cual quemaba compuestos químicos que, lejos de consumir oxígeno, lo generaban en su combustión con dos máquinas diferentes: una para navegar en superficie y otra en inmersión. La idea era muy notable, pero su plasmación material resultó muy insatisfactoria, especialmente en el caso de la máquina de inmersión, muy poco potente por otra parte. En suma, aunque Monturiol y su equipo consiguieron plasmar en los *Ictíneos* una serie de ideas y avances realmente novedosos, tampoco resolvieron concluyentemente el problema fundamental.

Es de notar que ambos inventores resultaron no solo competidores, sino muy distintos en muchos aspectos: Cosme García gestó su invento en solitario y, hombre de pocas letras, apenas dejó constancia escrita de sus ideas y posibles desarrollos, mientras que Monturiol, más que un técnico, fue el promotor e impulsor, con claros ribetes utópicos, de una idea que se desarrolló gracias a un equipo de técnicos y que obtuvo mucha más repercusión en los medios de la época gracias a sus notables dotes de periodista y escritor. Pero es conveniente analizar sus logros con un talante sereno y ecuánime, y distinguir entre los ilusionados proyectos e ideas de Monturiol y su grupo y lo que efectivamente consiguieron. A menudo ambos planos se solapan, y lo cierto es que lo efectivamente materializado quedó muy lejos de lo que se proyectó.

Sin embargo, en relación con estos proyectos españoles tan diferentes —el de Cosme García y el de Monturiol—, es de destacar, aparte de los adelantos muy notables que aportaron en la resolución del problema de la propulsión, y por los que deberían ser más conocidos y valorados en la protohistoria de la navegación submarina, que las pruebas de estos prototipos españoles no dejaron el saldo de accidentes, a menudo mortales, que caracterizaron a proyectos extranjeros más conocidos como el del alemán Bauer, el proyecto francés del *Plongeur* o el norteamericano del *Hunley*, primer submarino que logró echar a pique un buque de guerra en combate.

Tales accidentes, aparte de estos o aquellos errores de diseño o construcción, se debieron ante todo a la falta de estabilidad horizontal de que adolecían los sumergibles en inmersión. Con frecuencia, una vez iniciada la navegación submarina, el buque, por una u otra razón, hociaba y, bien emergía de nuevo inopinadamente, bien, de forma mucho más peligrosa, inclinaba su proa y se sumergía a mayor profundidad, con el inevitable resultado de que, o quedaba enterrado en el fango del fondo, o bajaba a tal profundidad que su casco no podía soportar la presión, con las desastrosas consecuencias esperables. Y, pese a algunos aparatos concebidos para corregir tan peligrosas inclinaciones, como pesos deslizantes a lo largo de la eslora, lo cierto es que la cuestión no estaba en absoluto resuelta.

Tan grave peligro y, sobre todo, la acuciante necesidad de conseguir una eficaz propulsión bajo el agua impidió en los años sucesivos que el proyecto del submarino cristalizase en un modelo exitoso y tangible, e incluso pareció descender el número de los inventores que lo intentaban.

Curiosamente, la idea pareció tomar nuevos bríos en torno a 1885. El rico industrial sueco Thorsten Nordenfelt, conocido por sus magníficos cañones navales ligeros de tiro rápido y por sus ametralladoras, se asoció con el proyectista británico George William Garrett con el fin de desarrollar un torpedero sumergible (7).

El buque se probó en 1885 en Lanskrona. Se trataba de un largo casco de hierro de forma ahusada que desplazaba 60 toneladas e iba pertrechado al exterior con un torpedo automóvil Whitehead. Su propulsión, de vapor, funcionaba de manera convencional en superficie, mientras que para navegar en inmersión se almacenaba a presión en un tanque, con lo que la máquina seguía funcionando aun con los hornos apagados.

Este sistema era muy imperfecto, pues no solo limitaba notablemente la autonomía en inmersión del buque, sino que el interior, recalentado por el depósito de vapor, se hacía inhabitable. Su dotación se reducía a tres hombres y llevaba un pequeño cañón de 37mm —naturalmente, un modelo Nordenfelt— para su uso en superficie. Se suponía que andaba a nueve nudos en superficie y que rondaba los cuatro en inmersión, pero su estabilidad siempre fue precaria y difícilmente controlable bajo el agua, pese a llevar un aparato análogo al de los torpedos y a la inclusión de hélices de eje vertical, presuntamente inspiradas en el proyecto de Peral.

Pese a que logró encargos de los gobiernos turco y ruso, y a que hasta el alemán mostró interés, los sumergibles de Nordenfelt tampoco aportaban ninguna solución, y hacia 1891, tras separarse del proyectista inglés, el industrial sueco abandonó la experimentación de submarinos.

En Gran Bretaña se construyeron por entonces dos submarinos —indudablemente inspirados por el proyecto de Peral— de propulsión eléctrica, única válida en la época para la navegación en inmersión. Entre 1886 y 1888, los ingenieros Ash y Campbell diseñaron el *Nautilus*, un buque de 60 pies de eslora que desplazaba 52 toneladas, propulsado por un motor eléctrico de 13 caballos que accionaba dos hélices. Tripulado por seis hombres, regulaba su inmersión por medio de unos émbolos que podían salir del casco o introducirse en él, variando así su volumen y flotabilidad. Las pruebas se efectuaron en el Támesis, y el mismo director de Construcciones Navales de la Royal Navy, sir William White, embarcó en el buque. Pero el *Nautilus*, evidenciando de nuevo el mencionado problema de la estabilidad en inmersión, se hundió a plomo hasta quedar clavado en el fondo fangoso. Atascados los émbolos entre el barro, el pánico empezó a extenderse entre la reducida dotación, pues transcurrida una hora aún no había logrado liberarse. Afortunadamente a alguien se le

(7) CROMPTON HALL, Richard: *Submarine Boats. The beginnings of underwater warfare*. Cambridge University Press, 1983.

ocurrió que los seis angustiados tripulantes se movieran juntos de proa a popa para hacer que el submarino, al desequilibrarse, removiera el fango del lecho. La idea resultó, y el submarino pudo salir a superficie. El inventor, emocionado, quiso repetir la inmersión, pero las otras cinco personas, incluidos White y lord Charles Beresford, al parecer ya tenían bastante, y agarrando al entusiasta pero poco fiable diseñador por las piernas lo sacaron de la torreta y abandonaron rápidamente el peligroso artefacto, cuya suerte quedó así echada.

Otro submarino británico, el *Porpoise*, ideado por Waddington, realizó por entonces sus pruebas. Era un pequeño buque de solo 11 metros de eslora y 1,83 de manga, tripulado por dos hombres e impulsado por un motor eléctrico de ocho caballos. En movimiento, se sumergía por medio de timones de profundidad, y cuando estaba parado, por hélices de eje vertical. De nuevo lo limitado de sus características y su escasa estabilidad lo condenaron.

Francia, que probaba a la sazón el pequeño *Goubet*, acicateada por el *Peral*, decidió emprender un proyecto más ambicioso. El ministro de Marina, almirante Aube, un decidido partidario de las nuevas armas, como el torpedo y la mina, encargó el 22 de noviembre de 1886 a la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée, con sede en Tolón, un submarino que se llamó *Gymnote*, basado en los planos del gran ingeniero Dupuy de Lôme, que falleció antes de terminar su obra, por lo que se debieron finalmente a Gustave Zédé (8).

El *Gymnote* era un casco fusiforme de bronce con 17,20 metros de eslora y 1,80 de manga. Desplazaba 30 toneladas en superficie y una más sumergido, e iba tripulado por cuatro o cinco hombres. Su motor eléctrico, de 55 caballos, impulsaba una sola hélice, realizando la inmersión por medio de timones de profundidad.

El buque, considerablemente más pequeño y algo menos potente que el de Peral, se botó solo unos pocos días después (el español, el 8 de septiembre de 1888, y el francés, el 23 del mismo mes), y sus pruebas fueron a la par, lo que propició toda clase de comparaciones. Como era de esperar, los franceses elogiaron desmedidamente los resultados de su prototipo, mientras que muchos españoles, aquejados del acomplejado sentido autocrítico tradicional en nuestro país, cuando no del más estúpido papanatismo, concluyeron que el submarino gallo era muy superior en todos los aspectos al español.

Lo cierto es que al prototipo francés se le exigió mucho menos, limitándose a navegar dentro de la segura rada de Tolón, sobre una distancia de 1.200 metros y a una profundidad de solo 2,5 metros. Dio menos de siete nudos en superficie y únicamente 4,3 en inmersión. Su autonomía no llegaba más que a 65 millas marinas a cinco nudos y 31 a la máxima velocidad, y eso en superficie —en inmersión solo alcanzó 25 millas—. Su armamento se componía de dos torpedos automóviles trincados al exterior, a ambos lados de la torreta, carentes de tubo lanzatorpedos, lo que les restringía sensiblemente el alcance y la puntería.

(8) VV. AA.: *Conway's all the world fighting ships 1906-1929*. Londres, 1985, p. 275.

Pese a todas sus limitaciones, la Marina francesa se dio por satisfecha con lo conseguido (que, como veremos, era mucho menos de lo que logró el de Peral), de manera que lo mantuvo en servicio como banco de pruebas y hasta lo modernizó en 1898 (9).

Tanto Francia como otros países, singularmente Estados Unidos, continuaron con la experimentación y desarrollo de nuevos prototipos de submarino, pero debemos detenernos en los años en que Peral llevó a cabo su obra para mejor valorar sus logros. Luego volveremos sobre la cuestión de lo obtenido en otros países con posterioridad al proyecto del cartagenero, lo que nos proporcionará los datos finales para dictar un juicio definitivo.

Sin embargo, conviene dejar muy claro que todos estos prototipos de que acabamos de hablar, sobre ser bastante defectuosos y limitados, eran considerablemente más pequeños y de potencia eléctrica, velocidad y autonomía menores que las logradas por Peral, y que incluso el mejor de ellos, el *Gymnote*, aparte de su extraño y nada conveniente casco de bronce, era netamente inferior respecto al prototipo del español.

Podrá el lector preguntarse, como hicieron tantos otros en su tiempo, si se puede afirmar con propiedad que Peral es el inventor del submarino, a la vista de tanto proyecto análogo anterior o paralelo, y por más que alguno de los últimos fuesen reacciones emulativas al saber del proyecto de aquel.

Quienes dicen tales cosas, restando a los que lo hicieron con evidente mala intención, desconocen aspectos fundamentales de la historia de la ciencia y la técnica, pues eso es lo habitual: que el sabio o inventor, aprovechando adelantos y descubrimientos debidos a sus predecesores, e incluso beneficiándose del ambiente en que se mueve, consiga dar un paso adelante, uno más en un largo camino por el que antes anduvieron otros, pero que resulta ser el decisivo, el que alcanza la meta del éxito.

La imagen, tan popular como ingenua, del sabio aislado del mundo que consigue su objetivo sin deber nada a nadie forma parte de una mitología que nada tiene que ver con la realidad. Un estudio detenido de cualquier avance en estos terrenos muestra enseguida que hubo claros precedentes que allanaron el camino, y todos se deben en gran medida a esa acumulación previa de experiencias y a ese ambiente favorable. Esta ley se cumple hasta con los genios más universalmente reconocidos, y si hay algún avance que no puede atribuirse en exclusiva a una sola persona, es casi seguro que desconocemos esos otros precursores y ese ambiente, bien sea por la lejanía en el tiempo, bien sea por la falta de documentación. Y no es nada raro en la historia de la ciencia y de la técnica que se den descubrimientos o adelantos paralelos por personas que de nada se conocían entre sí, ni tenían noticia mutua del trabajo del otro. Ejemplos notorios pueden ser el cálculo integral, descubierto simultáneamente por Newton y Leibniz; la teoría de la evolución, que formularon en paralelo Darwin y Wallace, o la telegrafía sin hilos,

(9) En 1908 causaría baja, tras haberse hundido en el dique de Tolón en junio del año anterior.

cuya paternidad pueden reclamar con muy parecidos méritos muchos investigadores.

Ello, pese a esa visión ingenua, no quita un ápice de mérito a la persona (o equipo) que logra coronar la cima, por haber sabido dar el paso adecuado.

Y es justamente esa característica, la de acumular información recogida por otros, debatir con los semejantes esos saberes, nuevas experiencias e hipótesis, lo que distingue a la especie humana y la ha convertido en lo que es, para bien y, desde luego, para mal en no pocas ocasiones.

Aparte de ser una muy necesaria cura de humildad para todos aquellos que creen sentirse «dioses» y para los que, vitalmente necesitados de creer en algo, no dudan en adorarlos, mal muy común en nuestra época.

El proyecto del submarino

La primera idea de Peral sobre un torpedero sumergible es de 1884, aunque no pasó de ser una especulación íntima que no confió a nadie. En efecto, el 20 de septiembre de aquel año, Peral redactó en una cuartilla un esbozo de su proyecto:

«Proyecto de torpedero submarino: forma del torpedero, la del torpedo Whitehead, motor Broterhead de tres cilindros, movido por un gas fuertemente comprimido y licuado por medio del aparato de Raoul y Pietet, lo cual permitirá reducir mucho su volumen y que sea tan volátil [como el hidrógeno] que baste abrir la válvula del cuello para que su fuerza expansiva dé la necesaria para hacer funcionar el motor, el torpedero estará tripulado por dos hombres, y todos los mecanismos deberán manejarse por estos dos hombres, que respirarán a favor de un depósito de oxígeno fuertemente comprimido que dejará escapar el necesario para respirar dos hombres, no pienso por ahora en el azoe [nitrógeno] pues no lo creo indispensable en la atmósfera respirable para la vida del hombre, el ácido carbónico y vapor de agua expelido por ellos se extraerá por medio de bombas movidas también por el motor. El torpedero tendrá dos cámaras de inundar para sumergirse a voluntad a la profundidad que se quiera, y cuando quiera hacer flotar se expelerá el agua de dichas cámara a favor de la fuerza expansiva del gas comprimido, sin seguir pensando en más detalles, que ya no podrán ser insuperables, el problema queda reducido a ver si se puede obtener por medio de los gases fuerza y oxígeno como para dos o tres horas, y si esto es posible, como creo, el problema está resuelto y es de la mayor importancia, desde ahora me propongo estudiarlo» (10).

No tardaría en convencerse de que el aire o gas comprimido no era la solución para propulsar un sumergible, de modo que optó por una propulsión eléc-

(10) PÉREZ DE PUIG, *op. cit.*, pp. 79-81.

trica y un buque mucho mayor, pues menos de un año después, justamente el 9 de septiembre de 1885, en la instancia que presentaba dirigida al ministro de Marina aparece recogido un proyecto de submarino enteramente diferente.

Como es sabido, lo que decidió a Peral a hacer público su proyecto fue el conflicto, surgido ese mismo año, entre España y el imperio alemán a propósito de la soberanía sobre las islas Carolinas. Lo que en un principio se restringía a una disputa diplomática devino en crisis que amenazaba con desatar una guerra para la que España no estaba preparada pues, a pesar de que Alemania no era por entontes una potencia marítima, su Armada era mucho más fuerte que la española, apenas reforzada esta desde los tiempos de Isabel II y ya muy desgastada. Así las cosas, cundió en el país un fundado temor a que la escuadra alemana pudiera bloquear las costas peninsulares, acabar con el tráfico marítimo nacional, e incluso bombardear los puertos y ciudades costeras (11).

El 1 de octubre de ese mismo año el ministro de Marina, almirante Pezuela, aprobó la consignación de 5.000 pesetas de la época como presupuesto para las experiencias preliminares: a saber, las de respiración y la del «aparato de profundidades», órgano vital para el proyecto de Peral. La primera se efectuó con total éxito, como informó la Dirección de Material al ministro el 21 de diciembre de aquel año. Pero los ensayos ulteriores se retrasarían a causa de la muerte de Alfonso XII y los reajustes políticos subsiguientes, que concluyeron con el «pacto de El Pardo» por el que el partido conservador de Cánovas sancionó con el liberal de Sagasta el turno de gobierno, mientras la madre del rey difunto, doña María Cristina de Habsburgo-Lorena, asumía la regencia.

Nuevos informes, enredos burocráticos y más complicaciones políticas retrasaron la prueba del aparato de profundidades hasta el 17 de marzo de 1887, repetida luego a entera satisfacción de todos ante la propia reina regente. Y, por fin, por real decreto de 20 de abril de 1887, se aprobó la construcción del submarino, que dirigiría Peral en el arsenal que él designara, con fondos de la recién aprobada (12 de enero) Ley de Escuadra del entonces ministro de Marina, almirante Rodríguez Arias. Así, por primera vez en España, el proyecto de un submarino iba a ser sufragado con fondos públicos y no sería fruto de la iniciativa privada (12).

Como, pese a los deseos de que el submarino fuera producto de la industria nacional, aquí no se fabricaban muchos de los sofisticados componentes necesarios, se comisionó a Peral para que visitase diversos países europeos donde adquirir esos materiales. La mayor parte de las piezas se compraron en Gran Bretaña. La Steel Company of Scotland suministró las planchas, ángulos y pernos para el casco, la C.Tennant Sons material de acero, la Thornicroft las hélices y los ejes, las Marshalls Co, Anglo American Bursh Electirc Light, la Dollond y la Inmisch la mayor parte del material eléctrico, motores y dinamos

(11) RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, A.R.: *Política naval de la Restauración, 1875-1898*. San Martín, Madrid, 1988, pp. 215-230.

(12) Todo lo referente a los encargos y construcción del submarino en AAB, Expediente Personal de Isaac Peral y Expediciones buques, submarino *Peral*.

incluidas, una brújula, una corredera eléctrica, bombas y los seis cristales de la torreta, aparte de otros aparatos de precisión, los aisladores (incluidas las cajas de ebonita para los acumuladores), ventiladores y el alumbrado eléctrico del submarino.

Alemania aportó únicamente el tubo lanzatorpedos que debía armar, fabricado por la Berliner Maschinenbau A.G. Vs Schwarzkopf, el entonces reglamentario en la Armada española, así como algunos accesorios. Sin embargo, y como medida de ahorro, no se compraron torpedos, por lo que el submarino utilizó «en préstamo» dos provenientes del torpedero *Retamosa* y uno del *Barceló*, ya en servicio.

Los pedidos a Francia se redujeron a un aparato óptico, mientras que en Bélgica se compró la batería de acumuladores, que suministró L'Electricque de Bruselas. Con posterioridad al viaje de Peral, y ya iniciadas las obras del submarino, se siguieron encargando algunos efectos más, pero ya exclusivamente a la industria británica. El total gastado hasta el 31 de marzo de 1888 sumaba unas 330.917,29 pesetas, de las que 28.367,79 se abonaron a Alemania, 83.823,14 a Francia y Bélgica y el resto, casi dos tercios del total, a Gran Bretaña. La cifra rebasaba ampliamente lo presupuestado inicialmente para el submarino (301.500 pesetas), y aún faltaban los gastos de construcción, lo que luego se reprochó a Peral, pero es casi inevitable que en el desarrollo de un proyecto, y más siendo tan revolucionario, los gastos se disparen respecto del presupuesto inicial. Aparte de que se incluyeron, como era de esperar, los gastos correspondientes a la estación de cargas.

No parecen muy justos estos reproches al inventor, cuando lo dolorosamente cierto es que en su época las construcciones navales españolas, fuera por el atraso industrial del país, fuera por el escaso control del gasto, disparaban sus precios. Un caso notorio es el de los cruceros clase Vizcaya, construidos por entonces en Astilleros del Nervión. Con un precio inicial de 12 millones cada uno, estos buques de diseño inglés salieron a concurso en quince, se terminaron adjudicando en dieciocho y, finalmente, costaron más de 20 millones cada uno.

Por otra parte, las construcciones en La Carraca, por una u otra razón, eran tradicionalmente más caras que en otros arsenales. Y así, los cañoneros *Elcano* y *Magallanes*, allí construidos, salieron a 1.570.000 pesetas cada uno, mientras que su gemelo *General Concha* costó en Ferrol únicamente 450.870 pesetas. Tales buques ni eran en modo alguno revolucionarios ni atesoraban un gran potencial militar, así que no cabe inquietarse porque el submarino de Peral costase finalmente en torno a las 900.000 pesetas, como se adujo para criticar al inventor.

Lo cierto es que la cifra no nos parece exagerada teniendo en cuenta que, además, el buque que se construyó finalmente era mayor y más potente que el proyectado, según Peral iba desarrollando sus ideas desde su memoria de 1885. El proyecto original contemplaba un buque de 18,81 metros de eslora, 2,52 de manga y 60,94 toneladas de desplazamiento por 45,39 de peso. Lo impulsaría un único motor eléctrico de 40 caballos, accionado por una hélice

y alimentado por una batería de 430 acumuladores, y su dotación la integrarían seis hombres. El construido a la postre —cuyo casco se conserva en Cartagena—, por el contrario, medía 22 metros de eslora, 2,76 de puntal y 2,87 de manga, y desplazaba 77 toneladas en superficie y 85 en inmersión. Llevaría dos motores eléctricos de 30 caballos cada uno y varios auxiliares de menor potencia, y se proveería de energía mediante una batería de acumuladores de 613 elementos. Por último, su dotación había ascendido a 12 hombres. Pese a todo ello, a Peral aún le parecía pequeño, pero las limitaciones presupuestarias y el reparo a no excederse aún más de lo presupuestado inicialmente le obligaron a moderar su tamaño.

Para la opinión de la época, un submarino, y más aún tratándose de un modelo experimental, debía tener unas dimensiones muy reducidas, lo bastante para ser susceptible, incluso, de ser transportado a bordo de otros buques. Pero Peral pensó acertadamente que un buque, y máxime siendo tan sofisticado, debía tener un tamaño apreciable para que sus características teóricas no se vieran reducidas en la práctica por limitaciones de tamaño y espacio. Pretendía dotar en el menor tiempo posible de un arma eficaz a su patria y ello estaba reñido con la idea de un pequeño buque experimental.

La propulsión

En la memoria de 1885, Peral habla de dotar a su submarino con un motor eléctrico de 40 caballos, al que accionaría una sola hélice. Sin embargo, durante su viaje a Inglaterra, tras examinar los motores existentes en el mercado se decidió por dos de 30 caballos cada uno. Con ello no solo se aumentaba en un tercio la potencia, sino que se incrementaba la seguridad, pues si fallase un motor por cualquier causa, el submarino podría continuar navegando con el otro, y lo mismo ocurriría con las hélices. Además, así sería posible gobernar con estas, y desde luego, cualquier buque con dos hélices de pasos encontrados es mucho más fácil de gobernar que el que solo dispone de una, que tiende a desviarse por su efecto.

En cuanto a su calentamiento, bastante moderado, Peral ideó un sistema de refrigeración consistente en soplar sobre ellos el aire comprimido almacenado en el submarino.

Peral se mostró bastante satisfecho con su funcionamiento, pero anotó que alcanzaba su máxima eficacia en torno a las 650 revoluciones por minuto, mientras que las hélices los hacían alrededor de las 230, lo que le obligó a introducir pesados, engorrosos y ruidosos reductores. Sin embargo, en la memoria que redactó tras las pruebas de dos años después, anotaba que el rápido desarrollo de los motores eléctricos ya había conseguido rebajar ese elevado número de revoluciones, lo que simplificaba el problema.

También sabemos que en su proyecto original se consideraban necesarios 430 acumuladores, potencia que se aumentó a 613, distribuidos en bandejas en la parte central del buque y pertenecientes al último modelo, premiado en

la Exposición Universal de París. El problema aquí era que su revestimiento, de cajas de madera emplomada, no era perfecto, con salideros y emanaciones de gases, de lo que se derivaban graves y hasta letales problemas a bordo de un submarino. Peral, que diseñó y patentó nuevos modelos de acumuladores —conservados en el Archivo Histórico de la Oficina de Patentes y Marcas de Madrid—, con lo que se convirtió en una autoridad en la materia, reemplazó dichos materiales aislantes por la mucho más conveniente ebonita, un material de la época compuesto por 100 partes de caucho y 32 de azufre, mucho más seguro y flexible.

En todo caso, Peral consideraba que su submarino podía alcanzar respectivamente a un cuarto de baterías, medias, tres cuartos y a toda tensión las velocidades de 4,7, 6,9, 8,9 y 10,9 millas por hora. A los técnicos españoles de la época les parecieron escasas, pues para entonces los torpederos de superficie de vapor daban casi 27 millas horarias, pero no cayeron en la cuenta de que la propulsión eléctrica, única posible en un submarino, era menos eficaz. Evidentemente les faltaron referentes, pues el francés *Gymnote*, de la misma época y que tan satisfactorio pareció en el vecino país, apenas llegaba a las siete millas horarias, como hemos dicho, e incluso submarinos muy posteriores, como el también francés *Narval*, del decenio siguiente, a duras penas alcanzaban las diez. Abundando en lo dicho, el *Holland*, de comienzos del siglo XX, primer submarino construido en serie como buque plenamente operativo, apenas sobrepasaba los siete nudos, y ello pese a que ya se trataba un buque de propulsión mixta —también lo era el mencionado *Narval*— que empleaba motores de explosión para la navegación en superficie, reservando los eléctricos exclusivamente para la inmersión.

En cuanto a la autonomía, la del modelo inicial era de 49 millas a toda máquina y unas 93 a media. Tras el aumento de potencia y de acumuladores, una vez efectuadas las pruebas Peral consideraba que su buque podía alcanzar las 132 a seis millas, 284 a 4,3 y hasta 396 con una sola hélice y a unas tres millas horarias.

Aunque de nuevo estas cifras parecieron escasas, conviene recordar que Peral pretendía construir un submarino de defensa de costas, no el crucero submarino que hemos conocido después, y para esta misión la autonomía de su buque era más que suficiente. Los modelos posteriores, con propulsión mixta, pudieron aprovechar su motor de navegación en superficie para recargar baterías, aumentando así considerablemente su autonomía, mientras que el sumergible de Peral debía retornar a su base para recargar baterías en las instalaciones terrestres.

Puede parecer que el inventor español se equivocó en esto, pero lo cierto es que, hasta que en la primera guerra mundial el submarino no mostró sus potencialidades, incluso los de propulsión mixta eran considerados en todas las marinas unidades de defensa costera; solo la experiencia operativa y los nuevos desarrollos técnicos lo convirtieron en el buque de gran crucero especializado en la lucha contra el tráfico mercante enemigo que las dos contiendas mundiales del siglo XX han consagrado.

Los movimientos verticales

Otro aspecto especial del submarino de Peral radicaba en cómo efectuaba sus movimientos de inmersión y de salida a la superficie. Preocupado por la falta de estabilidad del buque al realizar dichos movimientos —inestabilidad que tantas catástrofes había provocado hasta la fecha—, Peral ideó un sistema enteramente nuevo y muy original.

En la maniobra de inmersión, aun con los lastres de agua llenos, la torreta no se sumergía. Para lograr sumergir el aparato se recurría a dos hélices de eje vertical, propulsadas por sendos motores eléctricos de cuatro caballos, que lo impulsaban hacia el fondo y luego corregían sus inclinaciones en inmersión.

El llamado por Peral «aparato de profundidades» era el órgano esencial de esta maniobra, pues bastaba fijar en él la profundidad deseada para que el submarino la alcanzase automáticamente, del mismo modo que corregía las inclinaciones en inmersión. Durante mucho tiempo se pensó que tal aparato para asegurar la estabilidad en inmersión era derivado, como en el *Gymnote*, del utilizado en los torpedos. El lector podrá comprobar en el apéndice de este trabajo que dicho ingenio era completamente original y mucho más sofisticado que el de los torpedos.

Por más que hoy tal sistema de inmersión nos pueda parecer extraño, lo cierto es que funcionó perfectamente en el submarino de Peral y que incluso lo hizo posible pues, como se explica en la memoria, y por defectos de construcción, los tanques del submarino no eran estancos, lo que hacía imposible su perfecto equilibrado o «trimado» («regulación» en expresión de Peral) antes de la inmersión —la cual, de haberse hecho ajustándose a los patrones actuales, habría puesto en serio peligro al submarino—, inconveniente mucho menor con el tipo de inmersión que ideó Peral. Para la salida a superficie se soplaban los lastres con bombas accionadas por otros motores auxiliares y se invertía el sentido de las hélices.

La respiración

Tan importante cuestión fue objeto, como recordará el lector, de una de las dos pruebas previas a la aprobación del proyecto, dándose por entonces como completamente resuelta. Pero, pese a la ampliación de las dimensiones del submarino, el problema se agravó al pasar su dotación de seis a doce hombres (en ambos casos máximas) y haberse reducido un tanto el espacio interior con la instalación de más acumuladores, lo que limitaba también la capacidad para almacenar botellas de aire comprimido.

El purificador de aire, de hidrato de sosa, debía eliminar el anhídrido carbónico expelido en la respiración. Este aire era movido por una bomba a popa, con el quinto motor eléctrico de a bordo, que servía también de bomba principal de achique (había también bombas manuales de menor capacidad).

La bomba aspiraba en popa y «empujaba» el aire por una tubería hasta el purificador, situado a proa, tras de lo cual la ráfaga pasaba por un secador de cal viva que eliminaba el exceso de vapor de agua. Cuando se consideraba que la proporción de oxígeno en el aire era insuficiente para una respiración óptima, se expelía al exterior por la misma bomba, y se reponía de los depósitos de 48 metros cúbicos de que disponía el submarino. Con ello se consideraba factible que la dotación se mantuviera unas ocho o diez horas sin comunicación con la atmósfera exterior. Sin tocar esa reserva, el submarino podía reponer su aire interior asomando solo la torreta, gracias a un ingenioso dispositivo. Completaba el engranaje la instalación de sendos ventiladores a proa y popa.

Seguramente la atmósfera interior era mucho más respirable que la de las salas de máquinas y calderas de los buques de vapor de entonces, con sus maquinistas, fogoneros y engrasadores semidesnudos, tiznados de grasa y carbón y sometidos a temperaturas que podían llegar a los 60° C, y todo esto debiendo realizar un intenso trabajo muscular en medio de un infernal ruido. En condiciones de combate, con ventiladores retirados, portillos cerrados y a toda máquina, el esfuerzo superaba muchas veces la resistencia de los hombres.

La navegación y el combate

Pese a las ilusiones despertadas por Verne, pronto se pudo comprobar que era prácticamente imposible, salvo casos excepcionales y a poca profundidad, ver a través del agua en inmersión, por potentes que fuesen los reflectores empleados.

Aquello preocupaba seriamente, como tendremos ocasión de comprobar al ocuparnos de los juicios de la junta que examinó el submarino, pues lo cierto era que, en inmersión, el sumergible debía navegar «a ciegas», basándose en cálculos estimados, fiándose de la brújula y de las cartas que indicaran dónde se hallaba el fondo, etc., pues solo en superficie se podrían corregir los errores en posición y rumbo.

Este obstáculo, que se reveló insalvable, fue uno de los que más seriamente cuestionaron la viabilidad del submarino. Tal impedimento no se corregiría convenientemente hasta la incorporación del sónar, pero lo cierto es que hasta entonces, y a despecho del problema, estas naves sumergibles operaron extensamente y con gran éxito durante dos guerras mundiales. No era por tanto, y pese a las apariencias, una dificultad tan decisiva como se pretendió.

Ahora bien, para mantener el rumbo era preciso al menos una brújula, y a bordo de un buque como el submarino, de casco magnético y repleto de motores, mecanismos y conductores eléctricos, el funcionamiento de dicho instrumento, de modo inevitable, se vería gravemente distorsionado.

Para evitar en lo posible dichas desviaciones, que eran luego compensadas en la época mediante cálculos más o menos complicados, Peral situó la

«aguja» en el techo de la torreta del submarino, que era de bronce. La brújula no podía ser de visión directa, por tanto, para el timonel, así que se instaló un prisma de reflexión que proporcionaba una imagen clara del aparato. También la instalación eléctrica se hizo de forma simétrica, con los principales conductores paralelos a las líneas de fuerza del campo magnético de la brújula. El inventor consignó en su memoria final el uso de una aguja giroscópica como algo mucho más deseable por múltiples razones.

En el proyecto inicial, la torreta era, como en tantos otros prototipos previos, de visión directa por troneras acristaladas —sistema que aún se conserva—, pero en el definitivo y probado se añadió un periscopio, que luego fue desmontado del casco y no se ha conservado.

Sobre la torreta se instaló un tubo de forma ligeramente cónica y sección elíptica, terminado en un cuerpo alto prismático provisto de cristales de caras paralelas. En su interior portaba un prisma lenticular y una lente biconvexa de gran longitud focal, de modo que la imagen exterior era reflejada sobre una mesa óptica instalada en el interior del casco.

En dicha mesa se reflejaba la imagen sobre una cuadrícula milimetrada, con lo que, gracias a una escala, se podía calcular fácilmente la distancia a que se hallara el barco o la costa avistados. El prisma podía girar y enfocar alrededor del submarino sin que este debiera variar su rumbo.

El dispositivo permitía además el tiro de torpedos, con lo que la «torre óptica» (nombre que le dio Peral y que ha engendrado no pocas confusiones) actuaba como un auténtico periscopio, aunque, a diferencia de los modelos posteriores de este, no era extensible ni plegable ni, a excepción de la lente, podía girar.

Por último, y para evitar que la visión quedara dificultada o impedida porque se depositaran sobre la lente exterior sal, algas marinas u otros materiales, o porque el cristal se empañase desde el interior, Peral ideó para el primero de los casos un sistema de lavado con agua dulce desde el interior, y para el segundo, un chorro de aire, previamente pasado por un secador de piedra pómez y sulfúrico. Como se puede observar, las aportaciones del inventor se extendieron también al ámbito de la óptica.

Justamente, la idea del periscopio resultó una innovación sustancial, tanto para la navegación como para el combate, según se explica en la memoria, y cabe destacar la ingeniosidad del aparato y cómo se evitaba que quedara empañado o ensuciado por acción del vapor de agua u otros elementos. No deja de sorprender agradablemente la idea de Peral de que el submarino definitivo debería llevar más de uno. Lo mismo cabe decir de cómo resolvió el inconveniente que planteaba llevar a bordo una brújula para la navegación, sin que la desviasen ni la masa férrea del buque ni sus considerables aparatos y conductores eléctricos.

Así que el submarino podía acercarse a un buque enemigo sin ser visto, sacar su periscopio, calcular el rumbo y velocidad de aquel y dispararle uno de sus torpedos, pues llevaba uno en el tubo y dos más, listos para la recarga, en un nuevo, eficaz y cómodo sistema ideado por Peral, y que bastaba en la

época para echar a pique o por lo menos averiar muy seriamente a cualquiera de los mayores acorazados. También en esta cuestión se destacó su prototipo, por cuanto, al llevar tubo interior y torpedos de recarga, aventajaba de manera decisiva a posibles competidores de su época y hasta a modelos posteriores.

Despliegue

En cuanto a su despliegue, Peral pensaba en un principio que serían necesarios nada menos que 52 submarinos para defender eficazmente las costas peninsulares y las islas Baleares, con la siguiente distribución: dos en Rosas, tres en Barcelona, dos en Tarragona, dos en Palma, tres en Mahón, dos en Valencia, dos en Alicante, cuatro en Cartagena, dos en Almería, dos en Málaga, seis en Algeciras, cuatro en Cádiz, cuatro en Vigo, cuatro en Ferrol, dos en Gijón, dos en Santander y dos en Pasajes. Llama la atención el que las escuadrillas sean mayores en los tres arsenales, en Mahón y especialmente en el Estrecho. La suma total de los submarinos consignados es de 46, por lo que suponemos que los seis restantes se dedicaban a instrucción, se hallaban en reserva, se estaban reparando, etc. También es de destacar que no se prevea emplearlos en la defensa de Canarias ni de Cuba y Filipinas, entonces bajo soberanía española, tal vez porque Peral estimara que en dichos lugares no estaba asegurado el mantenimiento de buques tan sofisticados. Tras las pruebas, y como refleja su memoria, Peral no tardó en rebajar considerablemente el número de submarinos, limitándola a tres en cada uno de los arsenales y a seis en el Estrecho, cifras más hacederas.

Tal idea de despliegue recuerda poderosamente las concepciones de la «defensa móvil» a cargo de torpederos de superficie propugnadas a la sazón por la francesa *Jeune École*, y no cabe duda de que Peral se vio influido por aquella escuela de pensamiento pero, como el mismo dice en su memoria, los torpederos de superficie habían quedado obsoletos ante los torpederos sumergibles.

No obstante, básicamente su idea era la misma, y no solo en lo relativo al despliegue de las pequeñas unidades: una pequeña potencia no podía competir con las grandes en la construcción de enormes, sofisticados y costosísimos acorazados. Sin embargo, por el precio de uno solo de dichos mastodontes (el español *Pelayo* acababa de costar más de 24 millones de pesetas) se podían construir decenas de submarinos, uno de cuyos torpedos bastaba para echar a pique a aquellos imponentes leviatanes a flote.

Peral no se hacía ilusiones: cualquier potencia podría obtener su propio submarino, para lo que bastaría que dedicasen técnicos y dinero suficientes al proyecto, máxime al comprobar por el ejemplo español que no se trataba de una quimera. Pero al menos España llevaría una ventaja decisiva en el desarrollo de la nueva arma, ventaja que podía aprovechar desarrollándola y perfeccionándola, lo que la pondría de nuevo en la vanguardia técnica y creativa mundial, y le permitiría dominar la decisiva vía marítima del estrecho de

Gibraltar y, tal vez, recuperar el famoso Peñón, cuestiones que fueron seguramente las que terminaron por echar a pique su proyecto.

La construcción

El arsenal elegido por Peral fue La Carraca, seguramente porque debía conciliar su trabajo en el proyecto con las clases que impartía en la Academia de Ampliación de San Fernando. La Carraca, en plena adaptación a la construcción de barcos metálicos, falto de maquinaria y con una maestranza que acababa de recibir la preparación necesaria para las nuevas construcciones, no era a la sazón el mejor de los arsenales que construían buques para la Armada, faceta donde era aventajado por Cartagena y, sobre todo, por Ferrol. El arsenal gaditano tenía fama de construir caro y no muy bien, por lo que, un tanto marginado en las nuevas construcciones, su carga de trabajo era mucho menor que la de sus dos hermanos; sin embargo, podía presumir de haber botado recientemente el primer buque metálico de guerra de alguna entidad construido en España: el pequeño crucero *Infanta Isabel*. Además, estaba terminando sus gemelos *Don Antonio de Ulloa* y *Cristóbal Colón*, de unas 1.145 toneladas cada uno, aparte de algunos cañoneros, buques todos ellos, eso sí, mucho menos sofisticados que el submarino. En el ánimo de Peral debieron de pesar también las facilidades que ofrecía su amplia bahía para las pruebas del submarino, pero todo apunta a que la elección fue obligada.

Ya el 22 de septiembre de 1887 Peral ofició a sus superiores con el ruego de que autorizasen el comienzo de las obras, que principiaron oficialmente el 7 de octubre, aunque de hecho la quilla no se puso hasta el 21 del mismo mes (curiosamente, en el aniversario de Trafalgar). El buque se botó al agua, ya prácticamente completo, el 8 de septiembre de 1888, es decir, menos de un año después de iniciadas las obras, un auténtico récord para la construcción naval militar española de la época, que solía emplear varios años para terminar un simple cañonero y entre seis y ocho, cuando no más, para rematar la construcción de un crucero de algún tamaño. Lo cierto era que Peral había impreso un ritmo febril a las obras, y llegó a conseguir que durante un tiempo se pagaran horas extra a la maestranza, la cual llegó a trabajar de noche a la luz de las velas, lo que no dejaba de ser paradójico en un submarino de propulsión e iluminación eléctricas.

Pruebas, experiencias y juicio

Las pruebas preliminares

Viendo próximo el fin de la construcción, Peral sometió al capitán general de Cádiz una propuesta de programa de pruebas el 29 de noviembre de 1888, aprobada por real orden el 19 de diciembre del mismo año. Las prue-

bas eran tan exhaustivas como metódicas e incluían por orden: 1.º comprobación de estanqueidad y respiración, sumergiéndose el submarino en el dique hasta la torreta; 2.º inmersión completa en el dique, así como disparos simulados de torpedo para probar el tubo lanzador; 3.º navegación en superficie en la bahía verificando velocidades y autonomías, así como ejercicios de torpedos desarmados; 4.º inmersión en mar abierto con el submarino parado; 5.º inmersión en mar y navegación submarina seguida de nuevos ejercicios de tiro; 6.º constitución de una junta que determinase las pruebas subsiguientes complementarias para verificar los resultados anteriores; 7.º lanzamiento de un torpedo contra el casco de un buque ya condenado al desguace, y 8.º y final: «La experiencia final consistirá en que el submarino salga de Cádiz y navegando en superficie se dirija al Estrecho de Gibraltar, en cuyas aguas se sumergirá antes de que pueda ser visto desde el Peñón de su nombre, para no reaparecer sino cuando se encuentre en las aguas del puerto de Ceuta. De este modo se hará bien patente que el nuevo buque tiene un importante radio de acción».

Aquella última prueba era todo un desafío a Gran Bretaña, y pese a su aprobación oficial nunca se llevó a la práctica; es más, se omitió toda referencia al lugar concreto de la misma cuando la documentación referente al asunto Peral se publicó íntegra en la *Gaceta de Madrid*. Según nuestra opinión, aquel fue el hecho determinante que explica la renuncia del gobierno a proseguir con el desarrollo del submarino: el temor a una complicación internacional con la por entonces primera potencia industrial, comercial, financiera, colonial y naval del mundo (13).

A aquellas alturas lo cierto es que el secreto sobre la prueba final estaba casi de más, pues tanto en la prensa como en folletos, libros y otras publicaciones se había recogido la idea de que el submarino de Peral sería el arma secreta de los hispanos para imponerse a Albión y recuperar Gibraltar. Así pues, aquellos entusiastas defensores de Peral y de su submarino fueron quienes terminaron provocando que el gobierno de Cánovas, reticente ya de por sí al proyecto, terminara por renunciar a él, temiendo indisponerse con la potencia hegemónica de la época.

Tampoco se realizó la del tiro real contra el viejo casco de un buque, por juzgarse innecesaria, así que las pruebas quedaron en realidad limitadas a las preliminares, de la primera a la quinta, y a las oficiales inspeccionadas por la junta.

Justo tras esas pruebas preliminares Peral redactó su memoria, pero como en esta no detalla en qué consistieron ni cómo se realizaron creemos necesario dar un breve resumen de su desarrollo. Cabe insistir en que buena parte de ellas se efectuaron en mar abierto —cuando muchos de los submarinos contruidos hasta entonces, e incluso de los fabricados con posterioridad, se proba-

(13) Sobre la cuestión, véase. RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, A.R.: *Isaac Peral, historia de una frustración*, 2007, pp. 419-429.

ron en una bahía o un puerto y aun en aguas fluviales—, y que en ellas el submarino navegó más de 230 millas náuticas, demostrando su fiabilidad y estableciendo un récord hasta entonces no igualado.

Las pruebas comenzaron el 6 de marzo de 1889, navegando en superficie, probando sus condiciones de gobierno y movimientos giratorios con una o las dos hélices, alcanzándose una velocidad de seis millas.

El único problema, aparte del ya reseñado de la estanqueidad de los tanques de lastre, que Peral resolvió de la mejor y más barata manera posible, como refiere en su memoria, se dio con el motor de babor, que falló y debió ser reparado. Averiado de nuevo, hubo que proceder a su desmontaje y remitirlo a su constructor, la compañía inglesa Inmisch, que se responsabilizó de la reparación por tratarse de un defecto de construcción por fallo en el aislamiento de las bobinas, pero no asumió los gastos de transporte, aparte de la molestia inherente al retraso en las pruebas, que entre unas cosas y otras hubo que aplazar hasta comienzos de julio, aunque Peral aprovechó el lapso para realizar otras.

A las cuatro de la tarde del 17 de julio, el submarino salió del dique y, anclado, probó sus máquinas. Una hora más tarde partió de los caños y navegó por la bahía, dando ocho millas pese a emplear solo medias baterías y a tener la marea en contra. Al llegar a la Punta de San Felipe, el submarino regresó al arsenal, donde amarró a las 19.20.

El 26 del mismo mes se probó la respiración interior con 12 personas, incluido el ayudante de la reina regente, el capitán de fragata Armero, enviado por esta para asistir a las pruebas del submarino. La prueba duró tres horas y se saldó con un completo éxito.

Las siguientes fueron las de inmersión, efectuadas en el dique 2 del arsenal. En primer lugar el submarino se sumergió hasta dejar fuera del agua únicamente la torre óptica o periscopio, anegando los tanques de lastre. Como se notaron algunas filtraciones, se carenaron cuidadosamente las juntas y remaches de la torreta, tras de lo cual el ensayo se repitió a entera satisfacción. El 7 de agosto se realizó en dique la inmersión completa con el aparato de profundidades. El éxito de la maniobra fue total: el submarino permaneció sumergido por más de tres cuartos de hora a 1,70 metros de profundidad y se comprobó igualmente que las condiciones de respiración eran buenas. El buque estuvo en comunicación con superficie por medio de una línea telefónica. La inmersión se repitió al día siguiente, durante media hora y a algo más de profundidad, también con éxito.

El 25 de agosto el submarino salió del arsenal a las once de la mañana y navegó hasta la Punta de San Felipe; pero, al hallar mala mar apenas salido de puntas, se optó por realizar las pruebas en la bahía, que consistieron en el lanzamiento de un torpedo sin cabeza de combate, luego recuperado por una lancha del arsenal. A las cuatro de la tarde, tras almorzar su dotación a bordo, el buque regresó a su amarradero.

A todo esto, la expectación suscitada por las pruebas hizo que el submarino fuera observado y seguido por multitud de embarcaciones de todo tipo, lo

que provocó que, a veces, el buque tuviera serios problemas para maniobrar. La escuadra italiana, de visita en Cádiz, rindió honores a los intrépidos tripulantes del submarino haciendo subir a la dotación a las vergas y engalanando las arboladuras, para lanzar por fin tres hurras en homenaje a Peral y a su intento.

El 3 de septiembre el submarino encalló en un bajo, por causa de la niebla y de ciertos errores en la señalización y color de las boyas, pero pudo librarse sin mayor problema gracias a la ayuda de las lanchas *Guadiana* y *Tortosa*. La dotación pernoctó en el buque y este regresó al arsenal al día siguiente.

Ese mismo día, y pese a haber mar tendida del oeste y viento fresquito del noroeste, el submarino se distanció seis millas de Cádiz en mar abierto, notándose muy buena estabilidad cuando cortaba las olas con la proa, pero dando balances de hasta 20 grados cuando estas lo cogían de través. Tras volver al arsenal para almorzar, a las once y media el buque se hizo otra vez a la mar, para dar en la travesía, durante la que disparó sus tres torpedos sucesivamente, unas cinco millas de velocidad.

Por entonces se produjo el conocido episodio del arresto de Peral, cuyo origen fue un malentendido sobre si tenía o no permiso para ausentarse de su puesto a fin de ir a Madrid a entrevistarse con el ministro de Marina, aprovechando que el submarino entraba en dique para unas pequeñas reparaciones. La cosa no parecía tener mayor importancia, pero se impuso un rígido concepto de la disciplina, todo para que, tras instruirse sumaria, se sobreesayera el asunto aunque se recomendara a Peral que evitase la repetición de sucesos semejantes. Todo el asunto muestra de manera clara el daño que al proyecto y a Peral mismo le estaba haciendo la excesiva publicidad sobre las pruebas y la polémica levantada por ellas.

Pese a todo, las pruebas continuaron denodadamente, pues del 18 al 23 de noviembre se realizaron nuevas inmersiones en dique, regulación de pesos y pruebas de máquinas.

La prueba más importante tuvo lugar el día 30 del mismo mes, zarpando el submarino a las 09.34 de la mañana y una vez llegado a las inmediaciones de los bajos del Fraile y el Diamante, con fondos de 9 o 10 metros de agua, a eso de las 11.15 se sumergió hasta la torreta, sorteando el molesto cortejo de embarcaciones de curiosos, hasta que, libre de ellas, se puso en marcha el «aparato de profundidades» y el buque se sumergió a la una y media hasta una profundidad de siete metros. Allí permaneció parado hasta las dos y cuarto, en que achicó el lastre, volvió a la superficie y regresó a su fondeadero en el arsenal.

El 5 de diciembre se repitió la prueba de inmersión estática, llegando hasta los 7,5 metros durante diez minutos y por tres veces.

Los días 11 y 12 se comprobó el funcionamiento de la brújula y de otros aparatos. El 14 el submarino, en una de sus pruebas, dio un topetazo a un falucho cargado de sal que se le había atravesado, percance que se saldó sin consecuencias para ninguna de las dos embarcaciones. El día siguiente amaneció con mal tiempo, por lo que no se salió a mar abierta como en principio estaba previsto, lanzándose los tres torpedos como prueba en la bahía. El

17 salió por fin a la mar, haciendo la regulación de pesos y lastres, notándose que sumergido o incluso con la torreta fuera del agua los balances eran mínimos pese al estado del mar.

La prueba decisiva se verificó nada menos que el día de Navidad, 25 de diciembre, lo que evidencia el afán de Peral de no retrasar por motivo alguno los ensayos.

Ese día, memorable en la historia de la navegación submarina, el buque zarpó a las nueve de la mañana, para llegar a las once al placer de Rota, donde se almorzó. Después de esto se cerró la porta, se llenaron los tanques y se navegó a siete millas horarias durante media hora, hasta que, con el aparato de profundidades en funcionamiento, el submarino se sumergió hasta nueve metros de profundidad y navegó durante diecisiete minutos, emergió, volvió a sumergirse y navegó durante otros veinte minutos bajo las olas para recorrer un total de cuatro millas marinas en inmersión. Durante la primera, la dotación del buque, a la voz de Peral, dio vivas al rey, a España y a la Marina.

Aquella prueba, conocida por la opinión pública, hizo brotar el entusiasmo en toda España, especialmente en su Cartagena natal, cuyo Ayuntamiento perpetuó su nombre imponiéndoselo a una de sus calles y uno de sus barrios, y colgó un retrato suyo en el salón de plenos.

Peral mostró su gratitud pero, tenazmente dispuesto a conseguir el éxito, continuó sus pruebas. Y así, el 16 de enero se hizo la de tiro sumergido de torpedos, con lo que, cumplido el quinto punto de los ocho previstos, se dio por terminado el ciclo de ensayos preliminares, de modo que el capitán general de La Carraca, almirante Montojo, le ordenó que redactara una memoria sobre las pruebas realizadas y los resultados obtenidos.

Las pruebas oficiales y el éxito

Como se recordará, se había previsto que una junta examinara el submarino y lo sometiera a nuevas pruebas, para dictaminar de forma concluyente si se había alcanzado el objetivo previsto.

Dicha junta quedó constituida el 12 de marzo de 1890, bajo la presidencia del capitán general, Florencio Montojo, al que acompañaban 11 miembros más, con algunos cambios en su composición durante el tiempo en que este órgano colegiado ejerció sus funciones.

Desde el primer momento brotaron las suspicacias entre la junta y Peral, ello era hasta cierto punto explicable. En primer lugar, algunos de los miembros de la junta ya habían manifestado por anticipado su oposición al proyecto, y en cuanto al resto, incluso los más favorables, era natural que en asunto de tanta trascendencia intentaran formarse un juicio lo más concluyente posible e insistieran en comprobar hasta la extenuación todas las afirmaciones de Peral en su memoria y el valor real del prototipo. Algunos de los integrantes tal vez no estaban a la altura de la misión, pues poco entendieron realmente de cómo funcionaba y qué se exigía del submarino, algo nada de extrañar dado lo

revolucionario del intento y de la técnica empleada, que exigía una especialización por entonces poco o nada común.

Nada de esto se salía de lo habitual en casos semejantes, tanto en esa época como en otras, pero se agravó por el carácter de Peral, como sabemos poco receptivo hacia las críticas a su trabajo, máxime si procedían de personas que no estaban a su nivel intelectual.

Pero lo cierto es que, con la salvedad de algunos miembros predispuestos en contra del proyecto desde tiempo atrás, la junta evaluó favorablemente lo conseguido por Peral y apoyó que continuase la investigación, aunque, como veremos, hasta los mejor intencionados, que eran la mayoría, mostraron una inevitable falta de perspectiva a la hora de enjuiciar lo conseguido.

El nuevo programa de pruebas se remitió el 22 de marzo de 1890 y consistía en:

—una prueba de velocidad y autonomía con tres travesías desde los Caños de La Carraca a Cabo Roche, a régimen respectivamente de cuartos, medios y tres cuartos de batería;

—una prueba de navegación en inmersión y a una profundidad de diez metros durante una hora en mar abierto;

—un ataque simulado al crucero *Cristóbal Colón*, donde embarcaría la junta. El crucero simularía estar bombardeando Cádiz a unas cinco millas de la ciudad, en mar abierto. El ataque sería diurno y nocturno;

—una prueba de mar con navegación en superficie e inmersión durante más de una hora.

Ya sabemos, por otra parte, que se había decidido prescindir de la de tiro real de torpedos contra un viejo casco y que se omitió la de la travesía del Estrecho.

Peral mostró su discrepancia por cómo estaban planteados los ensayos. De la primera prueba objetó que entrañaba tres recorridos seguidos de 48, 43 y 48 millas náuticas y que, con los consumos considerados en su memoria, en la primera gastaría unos 55 amperios en las once horas que duraría; en la segunda, 15 amperios/hora en siete horas, y en la tercera, 44 amperios/hora en seis, con lo que el total de energía gastada ascendería a unos 400 amperios, cuando la máxima que se podía extraer de las baterías era de unos 330-340 amperios, aparte de que, por razones de conservación, convenía no agotar su carga por entero.

Otro reparo que opuso es que los acumuladores estaban siendo utilizados desde hacía dos años, que él y su dotación habían aprendido su manejo con ellos, y que, previsiblemente, no darían el resultado óptimo que cabría esperar. Señalaba además, y con toda razón, que a ningún buque se le pedía alcanzar en pruebas su máxima velocidad y autonomía, sino que estas se calculaban extrapolando los resultados obtenidos tras un pequeño recorrido. Además, las de velocidad se hacían en aguas muy tranquilas, en cortas distancias y con el buque aligerado incluso de armamento, municiones y otros pesos accesorios, mientras que su submarino iba al completo de dotación y cargos.

Hizo también otras observaciones, pero se mostró especialmente contrariado con la prueba de combate simulado. Criticaba que la junta dictaminase que el ataque del submarino contra el crucero se diera por fracasado si este avistaba el periscopio desde una distancia superior a los 500 metros que alcanzaban sus primitivos torpedos. La cosa hubiera hecho sonreír a más de un marino de las dos guerras mundiales, especialmente si se recuerda que por entonces no existía ningún tipo de armamento antisubmarino, y que lo único que podía hacer el crucero era intentar acertar con su artillería al periscopio, algo casi imposible de conseguir y más con los primitivos sistemas de puntería y control de fuego de la época, o hacer maniobras evasivas, con lo que se conseguiría igualmente que dejara de bombardear Cádiz, que era la misión del submarino, o todo lo más intentar embestirlo. Además, en vez de estar cañoneando la plaza, con la dotación centrada en esa misión, y rodeada del humo y del retroceso de las piezas, con la confusión subsiguiente, todos los hombres a bordo estarían ojo avizor desde todas las posiciones altas (que no ocuparían en caso de combate) intentado avistar al periscopio.

Pero Peral no consiguió convencer a la junta, que se limitó a ordenar que el crucero siguiera una trayectoria establecida y limitara un tanto su velocidad a nueve millas, juzgando tales concesiones muy favorecedoras y casi excesivas.

Ni siquiera con las limitaciones se acercaron a lo que podía ser un caso real. En la guerra de 1898, y como es sabido, una escuadra americana bombardeó Puerto Rico. La escuadra atacante marchó a solo cuatro nudos de velocidad, recorriendo un circuito fijo que se hallaba de 3.500 a 1.500 yardas de la plaza (no las cinco millas a que se halló el *Colón* en la prueba de ocho años antes) y repitiendo por dos veces las pasadas. A las 05.16 horas se abrió el fuego y a las seis se ordenó callar a las piezas de pequeño calibre y tiro rápido, porque su humo impedía distinguir claramente los objetivos, es decir, las grandes fortificaciones del puerto, ¿hubieran visto entonces un pequeño periscopio a ras de mar? Y curiosamente esta artillería ligera era la presuntamente más eficaz para batir el periscopio del submarino.

Lo mismo se puede decir del combate de Cavite, en el que la escuadra de Dewey se limitó a dar pasadas más o menos paralelas a la línea de buques españoles fondeados ante la península, o navegaban lentamente por esas aguas, a una velocidad de unos ocho nudos y a una distancia que osciló entre 4.000 y 2.000 yardas. Es más, se dice que, preguntado después de la contienda, el propio Dewey afirmó que un submarino como el de Peral hubiera hecho imposibles sus operaciones y, por tanto, su victoria. En Santiago las cosas fueron distintas, pero no cabe duda de que, pese a la estrechez de la bocana del puerto y a los bajos situados en ella, uno o más submarinos de Peral hubieran podido hacer mucho daño a los buques bloqueadores, desplegados en semicírculo y navegando a poca velocidad. O al menos habrían alcanzado el no pequeño logro de hacerlos alejar bastante de la bocana y de navegar a una marcha mucha mayor, con lo que sus problemas de carboneo hubieran crecido exponencialmente, y con ellos la dificultad de mantener el bloqueo.

Pero no podemos ni debemos especular con futuribles; simplemente aducimos estos hechos para demostrar la poca idoneidad de la prueba en los términos en que la concibió la junta. Al menos se dejó al arbitrio de Peral la decisión de aplazarla si el estado del mar era tal que hacía dar excesivos balances al submarino.

Y esto fue lo que sucedió el 22 de mayo, en que hubo que aplazarla tras salir, agotando sus baterías en otra navegación tres días después y recargándolas por entero a continuación para efectuar con la mayor potencia posible las pruebas.

El 6 de junio el submarino volvió a zarpar y se sumergió cerca del bajo Diamante, durante ocho minutos y hasta nueve metros de profundidad, para regular pesos y tanques.

Por fin, el 7 de junio se hizo la gran prueba de navegación en inmersión, la más ambiciosa de las efectuadas hasta entonces por el prototipo y en la que se alcanzó un éxito completo. El submarino zarpó a las 09.35, a las 10.30 comenzó a hacer algunas inmersiones previas y de pruebas, hasta que a las 11.46 lo hizo a cuatro metros a cuartas baterías y durante seis minutos, y nuevamente a las 11.59 a seis metros durante tres minutos. Renovó el aire interior y volvió a hacerlo a las 12.31, pero debió emerger en el acto al entrar agua en el buque por haberse dejado inadvertidamente abierta una de las válvulas, pequeño contratiempo sin trascendencia. De nuevo lo hizo a siete metros desde las 14.43 hasta las 14.52.

Tras todos aquellos preparativos, empezó la gran prueba: a las tres de la tarde se sumergió a 10 metros, para navegar con rumbo oeste con entera normalidad durante una hora. Cuando faltaban tres minutos para que se cumpliera el plazo, se dieron los vivos de ordenanza y el submarino salió a superficie justo en el punto y con el rumbo previstos, para asombro de todos los que presenciaban las pruebas y de España entera.

A continuación se realizaron las de combate simulado, a las que ya nos hemos referido, no sin que Peral y la junta pusieran de manifiesto sus discordancias. Aparte de otras cuestiones, el inventor sugirió que se instalase una cámara fotográfica en la culata de los cañones de tiro rápido del *Colón*, para verificar si en efecto obtenían el blanco sobre el periscopio, única parte vulnerable de su submarino, y hasta propuso el uso de falsos periscopios para engañar a su enemigo, propuestas ambas valoradas y hasta celebradas por la junta, pero que no se llevaron a cabo.

Al fin, el 21 de junio de 1890, el submarino zarpó para la prueba diurna a eso de las 05.55. Peral se trasladó al crucero para una última reunión con la junta, y seguidamente volvió a su sumergible. Se había acordado que el *Colón*, cuando avistara el periscopio, dispararía un cañonazo y enarbolaría dos banderas en el palo de mesana, y que si el ataque era exitoso, izaría una sola en el trinquete. El *Peral* navegaría a medias baterías y no dispararía sus torpedos (por supuesto sin cabeza de combate) a menos de 150 metros. Los cañoneros *Cocodrilo* y *Salamandra* impedirían que otros buques ajenos a la prueba entraran en el sector a ella reservado.

A eso de las 10.20, con cielo despejado, viento fresquito del suroeste y mar muy tendida del oeste, dio comienzo la prueba. A las 13.04 se divisó el periscopio del submarino a más de una milla náutica del crucero, que hizo la señal correspondiente. Se volvió a ver pasados nueve minutos ya a solo 900 metros, y de nuevo a las 13.40 a setecientos. Seguidamente el crucero salió de su trayectoria para expulsar de allí a un vapor mercante, y poco después saludó a la *Abtao*, corbeta escuela de la Armada de Chile.

De nuevo se avistó al submarino en varias ocasiones, y por último a las 15.51, a eso de 960 metros. A las cuatro Peral dio por terminada la prueba y se dirigió a puerto con alguna oposición de Montojo, quien arguyó que, habiendo empezado con retraso, debía prolongarse dos horas más.

Peral señala en su parte que lanzó el primer ataque siendo descubierto a unos 1.200 metros de su objetivo, y tras salir al mar para atacar al crucero desde fuera, consideró que su misión era interponerse entre él y la costa presuntamente atacada, por lo que cruzó su estela y, antes de ser descubierto, se aproximó hasta los ochocientos metros, distancia que ya consideraba exitosa, y tras una pequeña inmersión accidental, provocada por el mal trimado de sus tanques, de nuevo atacó a 400 metros, cuando decidió suspender la prueba.

Las cifras y distancias de Peral difieren sensiblemente de las de la junta. De todos modos, cabe señalar lo escaso de las distancias a que el submarino fue avistado, pese a lo que se dieron por fracasados sus ataques. Lo cierto es que pocos años después, con el perfeccionamiento de los torpedos y el incremento de su alcance, la mayoría de los ataques fallidos —por no decir todos— habrían resultado exitosos. También extraña que no se aplicara al submarino la regla que sí se aplicaba a los torpederos de superficie en maniobras semejantes: descubierto el buque, se le suponía sometido al fuego propio, y a los dos minutos de soportarlo, se daba por hundido. La suposición era un tanto optimista pero, así y todo, aplicada al submarino, con la corrección de que el blanco (el periscopio) era mucho menor y más difícil de alcanzar, varios de los ataques fallidos no habrían sido considerados tales. Tampoco se le ocurrió a nadie que el crucero realizara algún ejercicio de tiro contra un periscopio simulado, para comprobar la dificultad real de alcanzarlo.

En todo caso, la prueba, a los ojos de la junta, dejó indeterminada la eficacia real del submarino, aunque en las poco realistas condiciones en que se realizó parece improbable que ni siquiera los primeros submarinos en servicio en la primera década del siglo XX hubieran podido superarla.

Para la nocturna se fijó que el *Colón* navegara a seis millas de velocidad en un trayecto de trece y a tres del faro de San Sebastián. De nuevo el *Cocodrilo* evitaría la aparición de buques intrusos. Por su parte, el submarino se acercaría todo lo posible a distancia de tiro, encendiendo un reflector cuando lo lograra.

Persistía la mar tendida y había poca luna, de solo cuatro días, siendo la noche bastante oscura. A eso de las 22.35, el *Colón* sufrió el primer ataque exitoso, tras lo cual encendió su proyector de estribor, para explorar la superficie del mar y divisar a su enemigo, curiosa forma de defensa contra un submarino en una operación nocturna. Pronto la junta decidió que evidente-

mente aquello solo servía para delatarse, y ordenó apagarlo enseguida, pese a lo cual sufrió otro ataque afortunado del submarino a las 22.45 y a escasos 150 metros, una distancia mortal incluso para los torpedos de la época. A eso de las once, se decidió el regreso.

Lo más curioso de la prueba nocturna, que hasta la reticente junta tuvo que admitir había constituido un rotundo éxito para el submarino, es que este operó en superficie, con la torreta fuera del agua y un oficial en ella dirigiendo la maniobra y el ataque, táctica que durante la segunda guerra mundial, utilizada por los submarinos alemanes contra los convoyes aliados, mostró su letal eficacia. Peral no era, pues, tan solo un gran técnico capaz de diseñar y construir un submarino, sino un táctico visionario que anticipó alguna de las potencialidades que cincuenta años más tarde convertirían al submarino en un peligrosísimo enemigo para cualquier buque de superficie (14).

Por supuesto, sabemos que los casos fueron muy distintos, y las razones por las que se adoptó en la segunda guerra mundial, mucho más complejas: los submarinos alemanes, gracias a sus motores diésel, duplicaban en superficie su velocidad en inmersión y podían mantener mucho más tiempo esa velocidad en el acoso a un convoy, lo que ya era una ventaja decisiva, otra era que los escoltas aliados, sus enemigos, estaban mucho mejor dotados de asdic (detector antisubmarino) que de radar, lo que les hacía más peligrosos para un submarino en inmersión que en superficie.

Pero en ambos casos subsiste el hecho decisivo de que un submarino, en inmersión y vigilando el horizonte de noche con su periscopio, estaba virtualmente ciego para detectar a un buque enemigo salvo que la iluminación de este lo delatase, eventualidad nada esperable a poca experiencia que tuviera. Y, por otra parte, la baja silueta del submarino le hacía poco menos que invisible, mientras que las altas obras muertas, superestructuras y mástiles de los buques de superficie los hacían susceptibles de ser divisados desde el submarino con mucha mayor facilidad.

Que en el curso de las pruebas Peral fuera capaz de discernir este avance táctico es algo que corrobora la impresión que ya tenemos de que fue mucho más que un diseñador de un submarino, por genial que fuera, y que sus miras iban mucho más allá.

También en el combate simulado nocturno discreparon las versiones de la Junta y de Peral, pues éste afirmó haber logrado dar ataques con éxito a las 10.40 y a menos de 200 metros, a las 10.47 y a las 10.56, notificando haberse acercado al *Colón* hasta conseguir escuchar sus voces de mando sin ser divisado, y situarse a menos de 15 metros del *Cocodrilo*.

En realidad, y analizadas las pruebas de combate diurno y nocturno, para nadie que no viera enturbiado su recto juicio por miedos, inercias o prejuicios, el submarino de Peral había mostrado ser un arma sensacional y de gran valor,

(14) Es de destacar que el submarino llevaba por entonces una pequeña plataforma con pasamano en torno a la torreta, montaje que el casco preservado en Cartagena no conserva a día de hoy. Tampoco conserva el periscopio, lo que altera un tanto su apariencia.

y ello pese a haber realizado los ensayos en condiciones desfavorables e irrealistas. Y así lo entendió la nación —la regente, el gobierno, el Parlamento, la misma opinión pública—, que exultante pidió con entusiasmo las más altas recompensas para Peral.

Pero la metódica junta insistió en continuar las pruebas, ahora de velocidad y autonomía en aguas de la bahía, rebajando sensiblemente las cifras que Peral había afirmado conseguir en las pruebas preliminares, y aceptando como velocidad máxima del submarino en superficie la de 7,7 millas horarias durante 19 minutos y siete durante cuarenta, las primeras a toda potencia y las segundas a tres cuartos de batería. Peral adujo, como sabemos, que tanto el motor como las baterías, resentidos tras la larga serie de aprendizaje de la dotación y las pruebas subsiguientes, estaban lejos de hallarse en las mejores condiciones, pero ello no cambió el veredicto de sus jueces. En cualquier caso, y como ya dijimos, incluso esas recortadas cifras eran mejores que las conseguidas por su coetáneo el francés *Gymnote*, cuyos resultados tan satisfecha dejaron a la Marina gala, y sensiblemente iguales a las del *Holland*, sumergible de principios del siglo XX encargado en serie por las marinas norteamericana y británica. Pero es bien sabido que España es un país donde abunda la gente que es más papista que el propio Sumo Pontífice.

Entendiéndolo así, cabe explicar la ola de satisfacción que inundó España aquel verano y que, entre otros corolarios, supuso la elección de Peral como diputado por Cádiz y que fuese propuesto para la Cruz Laureada de San Fernando. Pero nos hemos impuesto no ocuparnos de las razones para que, en un viraje más que sorprendente, Peral se viera abocado en pocos meses a pedir su baja en la Armada y el proyecto del submarino quedara abandonado por completo, razones que, como hemos indicado en otros trabajos, tuvieron más que ver con la alta política internacional (los recelos británicos sobre el submarino y el uso que pensaba dársele) que con la ceguera, los prejuicios, las cuestiones personales y los recelos profesionales o, simplemente, la envidia.

Nuestro objetivo ha sido describir el submarino y su funcionamiento, su desarrollo y sus prestaciones reales a la luz de los documentos conservados, y por ello concluiremos este estudio comentando el dictamen final de la junta y anticipando algunas de las ideas de Peral para futuros desarrollos del submarino.

Lo cierto es que, pese a lo divulgado en muchas ocasiones, el juicio de la junta sobre el submarino fue en líneas generales positivo, pese a la evidente falta de perspectiva de sus integrantes sobre la cuestión, a algunas ingenuidades y errores y a su no escaso temor a equivocarse en tema tan revolucionario.

El dictamen ponía como condiciones insoslayables para el nuevo submarino:

- 1.º Mayor estabilidad en superficie;
- 2.º Una velocidad de seis a siete millas por hora para la marcha normal durante veinticuatro horas y de diez a doce durante seis horas;

3.º Perfecta regulación para poder sumergirse «con facilidad, seguridad y confianza.

Conseguidas las cuales, la junta consideraba que era el momento de empezar la producción en serie de los buques.

Como ya se ha advertido, y como reconocía el propio Peral en su memoria, la cuestión de la regulación se debía únicamente a la defectuosa construcción en el arsenal de los tanques de lastre, con lo que en un posterior prototipo la cosa estaba resuelta.

Realmente Peral no estuvo en esta cuestión todo lo atento que debiera, pues debió inspeccionar a diario y con todo cuidado la construcción de los tanques de lastre y su estanqueidad, que sería decisiva para el éxito o fracaso del submarino. Pero tenía que compaginar la construcción del buque y la resolución de numerosos problemas técnicos, la instrucción del puñado de hombres puesto a su cargo en unas técnicas completamente nuevas para ellos y muchas otras cuestiones, sin olvidar sus clases en la Academia de San Fernando, adonde tenía que ir y de la que debía venir a diario desde La Carraca en un coche de caballos. Tal vez pensara que el asunto carecía de la gravedad de otros y se fió de los aún poco duchos obreros de la maestranza, omisión que lamentó profundamente y que a punto estuvo de dar al traste con el proyecto. Fue, en nuestra opinión, el único error grave que cabe achacar a Peral, y lo cometió más por exceso de confianza y de trabajo que por cualquier otra razón.

En cuanto a la estabilidad en superficie con mala mar de costado, también podrá comprobar el lector que Peral la achacaba acertadamente a la forma circular de la sección del casco de su submarino, forma con la que eran inevitables los balances, por más que fuera la idónea en inmersión. Tras indicar la conveniencia de dotar al casco con quillas de balance, Peral ya apuntaba en su memoria que el siguiente prototipo tendría delgados a proa y popa, con otra forma de casco, lo que evitaría tal problema al paso que, como sabemos, duplicaba el armamento torpedero del buque, al ir los dos tubos situados uno encima del otro.

Por lo que se refiere a la velocidad y autonomía del submarino, uno no puede sino sonreírse ante la evidente ingenuidad de la junta, pues pedía que el buque, con sus motores eléctricos, diera una máxima de 12 nudos, y con autonomías de nada menos que 144 millas, a la supuestamente módica velocidad de seis nudos como mínimo (24 horas) y de 72 a la deseable de unos 10 o 12 nudos (seis horas). Ya hemos indicado que al *Peral* se le pedían prestaciones que solo ofrecieron submarinos muy posteriores, y que este aventajaba no solo a sus coetáneos, sino incluso a los primeros construidos en serie.

Pero conviene dejar las cosas claras de una vez al respecto. El submarino alemán del tipo VII-C, con diferencia el más corriente en la segunda guerra mundial, fue asimismo el que mayores éxitos cosechó, sobre todo en los primeros años de la contienda —hacia 1943, las contramedidas de todo tipo de los Aliados le fueron dejando rápidamente obsoleto—. Pues bien, tal submarino no habría conseguido la aprobación de la junta de 1890, pues con

sus motores eléctricos solo daba 7,5-8 nudos de velocidad máxima durante una hora, y a cuatro nudos apenas alcanzaba en las mejores condiciones una autonomía de 80 millas. Claro está que ya tenía propulsión mixta y que sus motores diésel para superficie le proporcionaban una velocidad máxima de 17 nudos y una autonomía de 6.500 millas, aparte de que con ellos podía recargar las baterías de los eléctricos sin necesidad, como le sucedía al *Peral*, de volver a su base. Pero de los datos expresados cabe deducir sin ninguna duda que la junta desconocía por entero lo que podía dar de sí la propulsión eléctrica, no ya en 1890, sino incluso cincuenta años más tarde.

Es más, la junta rechazó la autonomía dada por Peral a 3,7 millas afirmando que esa velocidad era demasiado escasa para ser tenida en cuenta en un buque, aunque el submarino estándar alemán de la segunda guerra mundial «se conformaba» con cuatro nudos para alcanzar la máxima autonomía con propulsión eléctrica.

Es cierto que la junta se debió de sentir algo defraudada cuando, a su entender, las cifras de velocidad del submarino en las pruebas oficiales se redujeron sensiblemente respecto de las aducidas por Peral en las preliminares. Peral había consignado 4,3-4,7 millas a cuartos de batería, y la junta apreció 3,7; 6,0-6,9 a medias baterías, y la junta, 5,0; 8,0-8,9 a tres cuartos y la Junta 7,0 y 10,0-10,9 a toda potencia, y la junta 7,7, siendo las cifras más altas de Peral las teóricas y las más bajas las que afirma consiguió experimentalmente.

Como ya sabemos, Peral adujo el desgaste de motores y baterías en las pruebas preliminares y las circunstancias en que se hicieron las oficiales para explicar la diferencia, aparte de que en su memoria ya puntualiza que las cifras en ella recogidas son aproximadas, por falta de elementos para comprobarlas y medirlas fehacientemente. Aun aceptando todo ello, la «rebaja» en las cifras debió de caer mal en la junta, por lo que juzgó que incluso las ofrecidas por Peral eran insuficientes y solicitó otras que ni siquiera submarinos de cincuenta años después eran capaces de alcanzar.

Indudablemente, la junta se guió por comparación con la velocidad, potencia y autonomía que conseguían por aquella época los buques más parecidos al de Peral: los torpederos de superficie a vapor.

En concreto, uno de sus integrantes, y el más crítico posiblemente, el teniente de navío Chacón, aducía que el torpedero *Rigel*, entonces en servicio y ya superado, con sus 57 toneladas de desplazamiento desarrollaba 700 caballos en sus máquinas y alcanzaba una velocidad de 18,6 millas y una autonomía de 983.

Pero debieron ser más cautos, pues lo cierto es que, dadas las cualidades y prestaciones tan diferentes de unos y otros buques y la heterogeneidad de su propulsión, los buques de superficie aventajaron a los submarinos en este particular durante muchos años, sin que por ello nadie repudiara estos. Unos sencillos datos pueden aclarar la cuestión.

El primer submarino de la Armada española, bautizado justamente con el nombre del genial inventor cartagenero, encargado en la ya tardía fecha de

1916, desplazaba 700 toneladas en inmersión y 500 en superficie y estaba propulsado por dos diésel que totalizaban 1.200 caballos de potencia y dos eléctricos que sumaban otros 680 caballos, dando respectivamente 12 y 10 nudos de máxima, sostenible esta última muy corto espacio de tiempo. Para entonces, los ya obsoletos destructores clase Bustamante, pese a desplazar únicamente 450 toneladas o poco más, generaban en sus máquinas una potencia de 6.250 caballos y daban 28 nudos. Y la misma situación se repitió con cada nueva clase de submarino y de destructor o torpedero.

Varios años después, en 1927, el submarino C-1, con sus 925/1.144 toneladas, tenía 2.000 caballos en sus motores diésel y 750 en los eléctricos, consiguiendo con ellos un máximo de 16,5 nudos en superficie y 8,5 en inmersión, mientras que los para entonces ya anticuados destructores clase Alsedo, con sus 1.164 toneladas, llegaban a los 33.000 caballos y daban 34 nudos.

Es decir, bastantes años después del *Peral*, y con los submarinos ya consagrados como buques indispensables en una flota, seguían teniendo una velocidad máxima en superficie inferior a la mitad de la correspondiente a buques de superficie de parecido o inferior tamaño, y la potencia de sus motores eléctricos apenas alcanzaba la décima parte de la que proporcionaban las turbinas de vapor.

Así pues, vemos que, de las tres condiciones exigidas por la junta, dos ya estaban previstas por Peral, y la referente a la velocidad y autonomía del buque, aunque entonces no se supiera y estuvieran por debajo de las expectativas del inventor, no solo eran muy estimables, sino francamente buenas para un submarino de propulsión exclusivamente eléctrica.

El escollo, sin embargo, habría sido considerable, pues de adoptarse en superficie un casco más marinerero para el submarino las magníficamente limpias e hidrodinámicas formas del primer prototipo se habrían perdido, por lo que incluso con motores y baterías de mayor potencia tanto la velocidad como la autonomía se hubiesen reducido, creando nuevos problemas al genial inventor.

Así pues, la junta había emitido un informe mucho más favorable al submarino de lo que sus propios miembros pensaban.

Con todo, y como es sabido, algunos de sus miembros emitieron votos particulares mucho más críticos, aunque en ellos es patente la animosidad contra el inventor y el submarino, cuando no el desconocimiento o la incompreensión de aspectos fundamentales del proyecto, lo que descalifica dichos votos de plano. Afirmaciones como que el *Peral* no aportaba nada decisivo respecto de los *Ictíneos* de Monturiol, que el submarino era ineficaz porque no se podía ver a través de las aguas cuando estaba sumergido, o que, tras la prueba de una hora sumergido, el buque emergió en el punto y rumbo prefijados «por casualidad», no merecen siquiera que se las rebata. En cuanto a los costes, nos parece hasta de mal gusto que se especulara con ellos. Ciertamente superaban lo presupuestado inicialmente, como es inevitable en el desarrollo de toda nueva arma, pero su total, en el peor de los casos, resultó inferior al coste de un cañonero de la época, sin apenas valor militar.

Y es el caso que, pese al fallo en los tanques de inmersión, corregido sobre la marcha por Peral y que hubiera podido ser decisivo, el primer prototipo navegó más de 300 millas tanto en la bahía de Cádiz como en mar abierta, a lo largo de una serie de pruebas tan completa como dura cuya superación demostró la eficacia del arma y su razonable grado de seguridad, habida cuenta que no tuvo un solo accidente o percance serio en el curso de ellas.

Nuevos desarrollos

Después de consignar lo conseguido por un buque que no podía ser más que un prototipo o un banco de pruebas, dada lo revolucionario de todo el proyecto, y pese a la ingenua suposición de que al primer intento se conseguiría un buque plenamente operativo, hora es de hablar de las ideas de Peral para el desarrollo de lo logrado, algunas de ellas francamente interesantes y que prueban hasta qué punto sus reflexiones eran acertadas.

Como es sabido, y pese al informe globalmente favorable de la junta, el segundo submarino nunca fue construido. Es más, ya a finales del año 90 se le empezaron a desmontar diversos componentes y pronto quedó reducido a un casco vacío.

Supuestamente, el nuevo ministro de Marina, almirante Beránger, en un gabinete del conservador Cánovas, verdadero «verdugo» del proyecto, ofreció a Peral la construcción del segundo prototipo, pero aquello no era sino una trampa, pues la ejecución del proyecto sería supervisada y controlada por una junta, la cual no pararía de poner obstáculos. Además, el buque debía ser más pequeño que el primero, y emplear los materiales y aparatos ya utilizados para este, lo que aseguraba que el resultado no fuera ni siquiera mediano. Aquello no era sino una forma de dar largas al asunto y tranquilizar de paso a la opinión pública, y Peral, comprendiéndolo, se negó en redondo a tal chapuza, pero su situación personal en la Armada, unida a su ya comprometida salud, le obligaron a pedir la baja en noviembre de 1890, pocos meses después de su completo éxito en las pruebas oficiales, por más que se le matizara y cuestionara. Le quedaban menos de cinco años de vida, pues murió en Alemania, de resultas de una operación para extirparle un tumor canceroso, el 22 de mayo de 1895.

Cabe preguntarse por último cuáles eran las mejoras que Peral pensaba introducir en su segundo prototipo de haber podido llevarlo a efecto. Algunas ya se han mencionado, como la nueva forma del casco, que posibilitaría además la instalación de dos tubos lanzatorpedos a proa, uno encima del otro. Varias más son citadas en la memoria: instalar varios periscopios (mejorados), incrementar la potencia de los motores y aumentar la eficacia en las baterías de acumuladores, así como acometer toda una serie de perfeccionamientos en los aparatos auxiliares.

También se pensaba en aumentar las dimensiones del submarino, hasta las 100-120 toneladas; sustituir las hélices de inmersión por turbinas interiores al

casco, lo que evitaría que rompiesen sus líneas hidrodinámicas, e incluso instalar cañones para tiro de superficie y algún blindaje en la torreta y parte superior del casco, a fin de proteger las partes expuestas a un ocasional y muy afortunado tiro enemigo.

Los cañones no serían las pequeñas piezas convencionales que luego efectivamente armarían los submarinos. Como es sabido, los primeros submarinos operacionales no los llevaban, considerándolos innecesarios en buques que sólo operarían en inmersión, aparte de que, por necesidad, serían de escaso calibre y poco resolutivos. Algunos prototipos los llevaron, como el de Nordenfelt, pero sin una misión clara, y más por la inercia de montar alguna pieza artillera en un buque de guerra.

Fue la experiencia de la primera guerra mundial lo que aconsejó su generalización, por iniciativa de un joven comandante alemán, el teniente de navío Feldkicher, comandante del U-17, que por iniciativa propia, sin órdenes ni doctrina para ello, apresó al vapor inglés *Glitra* cerca de las costas noruegas al comienzo de la contienda. Inmediatamente, el Almirantazgo alemán aprobó la idea, y para hacerla más factible ordenó instalar pequeñas piezas de 37mm en los submarinos en servicio. Los sucesivos modelos no tardarían en montar piezas de 88, 105 y hasta 150mm, en lo que fueron imitados pronto por el resto de las marinas (15).

Cabe recordar cómo los primeros submarinos de la Armada española, los tipo Laurenti —aquí conocidos como clase A—, de construcción italiana, no llevaron nunca un cañón de cubierta, y los posteriores clase B —ya de construcción nacional, si bien su patente era norteamericana— tampoco los tenían en la fase de proyecto; se instalaron después, a costa de un montaje de torpedos giratorio en cubierta.

Sin embargo, es de destacar que el primero de todos ellos, el *Isaac Peral*, de factura norteamericana, sí que llevaba un cañón de cubierta, por cierto eclipsable dentro del casco para navegar en inmersión (16).

Lo que proponía Peral era algo radicalmente distinto, algo que abría perspectivas completamente nuevas de utilización táctica de los submarinos y cuyas implicaciones podían llegar a tener un alcance estratégico.

Porque el no pensaba en pequeñas piezas ligeras, sino en los nuevos cañones neumático, que lanzaban grandes granadas de dinamita, ideados por el comandante del US Army E.L. Zalinsky, quien mantuvo una amable correspondencia con Peral e incluso le envió dedicado el libro en que describía su invención.

Es más, en el Archivo Bazán, en la hoja de servicios de don Manuel de la Cámara y Livermoore, se conservan documentos relativos a cómo el propio ministro de Marina ordenaba a la comisión destacada en Estados Unidos —a la que por entonces mandaba Cámara— que se interesara por tales piezas y redac-

(15) SIERRA, Luis de la: *El mar en la Gran Guerra*. Juventud, Barcelona, 1984, pp. 97-98.

(16) RODRÍGUEZ GONZALEZ: «Nacimiento y consolidación del Arma Submarina, 1900-1936», en VV.AA.: *Los submarinos españoles*, pp. 49-101.

tara un informe completo, y hasta que presentara al propio Zalinsky un cuestionario para que lo respondiera. Tales cañones se probaron efectivamente en el cañonero *Vesuvius*, construido a propósito para utilizar la nueva arma, e incluso se pensó en otro buque gemelo, proyecto que se descartó posteriormente.

Se trataba de tres tubos que lanzaban granadas de dinamita de nada menos que 15 pulgadas de calibre y 500 libras de peso, tubos que disparaban con una elevación fija de 18°, hasta un alcance de unas 1.700 yardas, y que alojaban unas 30 granadas en sus pañoles. Evidentemente, el inventor norteamericano pretendía aprovechar las características explosivas de la dinamita, evitando que un propelente normal de pólvora, por simpatía, hiciera estallar la carga dentro del tubo, para lo cual se valía del aire comprimido como elemento propulsor.

Lo que convertía el artificio en algo interesante para los submarinos era que, para disparar granadas tan pesadas, no precisaba de los pesadísimos tubos de acero de los cañones, con sus cureñas e intrincados montajes, sino que le bastaban unos tubos cilíndricos mucho más livianos y, por añadidura, de retroceso y combustión muy inferiores. Desde luego parecía mucho más prometedor que embarcar una pieza ligera de 57 o 76mm, comunes entonces en la Armada.

Peral, como vemos perfectamente al tanto de los adelantos en el extranjero, debió de pensar que el arma podía ser un complemento de los torpedos, a los que superaba en alcance y, a diferencia de ellos, disparaba proyectiles que resultaban difícilmente evitables por el buque tomado como blanco. Sus efectos quizá no fuesen tan decisivos como los del torpedo, pues en la época uno de ellos bastaba para echar a pique o averiar muy seriamente al mayor de los acorazados, pero el reventón en cubierta de una granada de tal calibre y peso no dejaría de causar graves daños, incendios y una fuerte conmoción en cualquier buque, aunque con una velocidad inicial tan baja resulta poco creíble que consiguiera penetrar los blindajes.

Claro que el mismo tipo de proyectil sugería que sería mucho más útil en el bombardeo de objetivos terrestres, supuesto que todas las marinas contemplaban por entonces y que, de hecho, consideró la propia Marina imperial alemana durante la crisis de las Carolinas: que las escuadras bombardearan los puertos, fortificaciones y ciudades costeras enemigas, tanto para provocar su destrucción como para aminorar su voluntad de lucha.

Y aquello suponía dotar a los submarinos de unas potencialidades realmente nuevas, mucho mayores que las reducidas a torpedear a buques enemigos.

Pero la nueva arma no tardó en demostrar sus limitaciones, por más que Peral y su submarino ya no pudieran ser testigos de ellas. Su prueba de fuego la pasó durante la guerra del 98 en diversos bombardeos sobre Santiago de Cuba. Aunque el estallido de sus granadas era demoledor, la irregularidad en la puntería del tiro y su corto alcance hacían el arma ineficaz, por lo que la que se presumía terrible arma fue relegada, aunque obtuvo resultados más esperanzadores, por ejemplo, en morteros de trinchera, utilizados en la primera guerra mundial por el ejército del imperio austrohúngaro.

Posteriormente, los submarinos alemanes pretendieron hacer uso de esa capacidad, pero los ligeros cañones de 88 no eran los adecuados, y los de 150mm de algunos grandes submarinos de la Gran Guerra imponían en el propio buque limitaciones y servidumbres nada deseables. Recordemos también al prototipo francés del *Surcouf*, con su enorme torreta y dos piezas de 203mm, botado en 1929 y en servicio desde 1934, que dejó la cuestión en suspenso al perderse por accidente sin haber llegado a hacer uso de ellas.

Y creemos innecesario recordar al lector las capacidades de los submarinos modernos gracias a los misiles, tanto los antibuque como los tácticos, nucleares o convencionales.

Realmente, lo único que aparentemente le faltó a Peral para lograr completamente el primer submarino moderno fue la propulsión mixta, con otra fuente de energía para navegar en superficie y permitir la recarga de las baterías. Su hijo y biógrafo lo afirma taxativamente, aunque no ofrece detalles concretos (17).

No tendría nada de raro, pues la idea ya estaba en el ambiente desde los intentos de Bauer y Monturiol, la propuesta del estadounidense Alstitt en 1863 o la más reciente del teniente de la Marina danesa G.W. Hovgard. Pero por aquellos años el motor de explosión y el diésel se hallaban aún en su infancia y habría sido demasiado pedir que Peral contase con ellos antes de 1890. Es cierto que varios submarinos utilizaron el vapor a estos efectos —entre ellos el propio *Narval*, aunque en vez de carbón quemara petróleo—, pero la humareda que emitían —que delataba su presencia a muchas millas—, entre otros inconvenientes, hizo que finalmente se abandonara por los más discretos y eficaces motores diésel, tras descartarse los de gasolina por su peligrosidad a bordo.

Además, ello habría convertido el sumergible de Peral en una cosa diferente: en el submarino de gran crucero que hoy conocemos y que se acreditó en las dos guerras mundiales, especialmente cuando se utilizó contra el tráfico mercante enemigo. Peral buscaba otra cosa: un torpedero sumergible de propulsión eléctrica para defensa de costas o para lograr el dominio del mar o denegar al enemigo en áreas confinadas y no muy lejanas de ellas, como el estrecho de Gibraltar, y no cabe duda de que lo logró totalmente.

El suyo fue el primer submarino moderno, con adelantos tales como el periscopio, el tubo lanzatorpedos interno al casco, una propulsión eléctrica eficaz, seguridad en los movimientos verticales, renovación de la atmósfera interna y tantas otras cuestiones que por primera vez se vieron reunidas en el mismo prototipo. Otros modelos precedentes habían presentado esta o aquella de las características enumeradas, pero en ninguno habían convergido todas hasta entonces.

Como él mismo auguraba al final de su memoria, su mismo triunfo iba a provocar que otras naciones más favorecidas en el terreno técnico e industrial se convencieran de que el submarino no era una utopía y lo hicieran realidad a su vez, vaticinio en el que acertó plenamente. Así que, descontando la espino-

(17) PERAL CENCIO: *op. cit.*, pp. 255ss.

sa cuestión de si otras potencias pudieron llegar a copiar algo de su submarino, no cabe duda de que su aportación fue decisiva para que los sumergibles se convirtieran en realidad.

Los primeros submarinos operacionales

Tales afirmaciones pueden ser tomadas con más o menos escepticismo y achacarse a una postura excesivamente ingenua o patrioterica por parte del autor de estas líneas, por lo que conviene respaldarlas con hechos y datos concretos.

El más directamente inspirado por el proyecto de Peral fue el italiano *Delfino*, diseñado por el ingeniero de la Regia Marina Giacinto Pullino y botado en 1892. Desplazaba 113 toneladas en inmersión y 102 en superficie, y su motor eléctrico, de 65 caballos, que accionaba una única hélice (un paso atrás respecto al de Peral), lo impulsaba a tan solo seis nudos en superficie y a cinco en inmersión, con una autonomía reducida. También se sumergía por medio de hélices de eje vertical; pero, al carecer del aparato de profundidades, sus resultados fueron peor que mediocres. Su única ventaja respecto del prototipo español era que montaba dos tubos lanzatorpedos.

Cualquiera pensaría que, vistos los resultados, Pullino quedaría desautorizado, y su submarino, abandonado en algún olvidado muelle. Pero, lejos de ello, la Regia Marina lo utilizó profusamente como banco de pruebas y lo reconstruyó en 1902-1904, introduciéndole un motor de petróleo para superficie y suprimiéndole uno de los dos tubos lanzatorpedos. Incluso llegó a participar en la Gran Guerra (18).

La Marina francesa, tras el *Gymnote*, siguió con su experimentación tenaz. En 1893, y muerto Zédé, encargó a su colaborador Ramazzotti la construcción de un nuevo buque. El casco de la nave, la cual llevaría el nombre del proyectista fallecido en calidad de homenaje, se había forjado en bronce para evitar los problemas derivados de un casco magnético. Se dijo que fue el primer submarino provisto de periscopio, afirmación que, como ya sabe el lector, solo cabría considerar cierta con muchos matices y reparos. Por lo demás, el prototipo dejó bastante que desear en muchos sentidos (19).

Sucesivos desarrollos condujeron en último término al *Narval*, de 1899, diseñado por Max Laubeuf. Fue consecuencia de un concurso convocado por el Ministerio de Marina en 1896, convocatoria a la que concurrieron nada menos que 29 proyectos provenientes de todo el mundo. En las bases se solicitaba un submarino de 200 toneladas, con una autonomía de 100 millas en superficie y al menos diez en inmersión.

No podemos pasar por alto las cifras, que la exigente junta que juzgó el ingenio de Peral años antes habría rechazado por excesivamente modestas.

(18) *Conway's all the World's Fighting Ships, 1906-1921*, p. 275.

(19) *Ibidem*, p. 206.

El buque finalmente construido desplazaba 117 toneladas en superficie y 202 en inmersión, lo que se explicaba por su doble casco: el interior o resistente a la presión presentaba una sección circular, pero el exterior, de chapa más ligera, tenía las formas de un buque común. Entre ambos se hallaban los dos los tanques de lastre, combinando así la forma más adecuada para la resistencia a la presión hidrostática en el interior y habitable, y más eficiente en navegación en inmersión, con la más adecuada a la navegación en superficie en la superficie exterior.

Aparte de este adelanto del doble casco (ya presente en los *Ictíneos* de Monturiol), el submarino resultó revolucionario por cuanto ya tenía propulsión mixta: una máquina y caldera de vapor de 220 caballos que utilizaba petróleo —en lugar del más engorroso y sucio carbón— para la navegación en superficie, y motores eléctricos para la navegación submarina, permitiendo el de petróleo recargar en navegación las baterías de acumuladores. De este modo el *Narval* alcanzaba una velocidad máxima en superficie de 9,8 nudos y de 5,3 en inmersión, con una autonomía máxima de 500 millas, mejorando decisivamente las especificaciones del conjunto.

Sin embargo, en la cuestión del armamento se daba un paso atrás, al insistirse en llevar cuatro torpedos trincados en el exterior. En cuanto a sus tiempos para inmersión y salida a superficie, eran bastante largos y complicados.

Dos años después, Holland, el tenaz inventor de origen irlandés pero afincado en Estados Unidos, que había seguido probando prototipos con fortuna varia, ahora con el decisivo apoyo oficial de la US Navy construyó su modelo número 9 (por el que es conocido), cuyas prestaciones eran semejantes a las del *Narval*, aunque sin doble casco y con un tubo lanzatorpedos interior. Lo esencial, empero, fue que su motor de superficie era ya de explosión, alimentado por gasolina. Su compañía, la Electric Boat, empezó a recibir encargos rápidamente, incluso de la hasta entonces bastante escéptica y recelosa Royal Navy, de los propios Estados Unidos y del la Marina imperial de Japón.

La versión británica (hubo pocas diferencias sustanciales entre las de los diversos países) desplazaba 113 toneladas en superficie y 123 sumergida, con una eslora de 19,5 metros, una manga de 3,6 y un puntal de tres. Lo propulsaba una máquina de petróleo de 160 caballos para superficie, y un motor eléctrico de 70 (sólo diez más que el de Peral, y doce años después). Consecuentemente, sus velocidades eran modestas: solo siete nudos en superficie y uno menos en inmersión. La autonomía subía a 500 millas, y su armamento seguía constando de un tubo y tres torpedos. De él se construyeron cinco unidades (20).

Hubo muchos otros proyectos, entre los cuales se destaca el de los rusos, pero queda de manifiesto el hecho de que, incluso diez o doce años después del *Peral*, los avances habían sido modestos y a costa de mucha tenacidad e incesantes prototipos mejorados poco a poco.

Tales limitados avances se cobraron muchas víctimas en espantosas tragedias, pues nada menos que 18 submarinos de nacionalidad varia se perdieron entre

(20) *Ibidem*, p. 86.

1904 y 1914 en diversos accidentes, pese a lo cual nadie dudó ni por un momento de que eran buques tan importantes como necesarios. Y así, al estallar la primera guerra mundial, Francia tenía en servicio 35 submarinos; Italia, once; Rusia, quince, y cuatro cada uno Japón y Austria-Hungría, mientras que el imperio alemán tenía veintiocho en servicio y veinticuatro en construcción; el británico, nada menos que cincuenta y cuatro en servicio y veintiuno en grada, aparte de otros diez encargados a Estados Unidos, poseedor igualmente de una poderosa flotilla de 40 sumergibles en rápida expansión. Incluso países modestos como Grecia y Portugal contaban con alguna unidad adquirida en el extranjero.

Y, curiosamente, en todas aquellas marinas, y pese a la propulsión mixta, nadie pensaba por entonces en ellos, casi exactamente un cuarto de siglo después, más que en los términos en que lo hizo Peral: como unidades costeras y marcadamente defensivas.

Mientras, España, la tierra que vio nacer a Peral, por no hablar de sus precursores, no disponía de un solo submarino en esas fechas. Bien se dice que nadie es profeta en su tierra, pero en nuestro país la cosa puede llegar a tener consecuencias hasta trágicas —y en este caso, efectivamente, las tuvo—. Por alguna oscura razón, estamos dispuestos a confiar alegremente y derrochar paciencia y recursos sin cuento en personas y objetivos que no los merecen en absoluto, mientras que nos mostramos enormemente impacientes, exigentes y duros hasta la crueldad con los mejores de entre nosotros y sus más prometedores proyectos.

No es que consideremos que Peral acertó en todo, siendo así que cometió errores tanto en la construcción como en el diseño del submarino, por no hablar de otros de muy diversa índole que, como recordará el lector, no hemos ocultado. Pero las cifras y datos consignados en este trabajo, y muy especialmente las prestaciones de los submarinos operacionales fabricados en serie diez y doce años después de las pruebas de su prototipo, muestran muy a las claras que Peral dio un enorme y decisivo paso en la resolución de los problemas que planteaba la navegación submarina.

Negar o relativizar este hecho terminante y claro, u oscurecerlo tras una densa niebla de intrigas y maniobras, es simplemente privarnos de una de las mayores glorias científicas y técnicas de las que puede presumir, y con toda justicia, un país que tópicamente se señala como muy poco dotado en esos aspectos.

Alguna vez tendremos que aprender esa lección de la historia, no por repetida mejor comprendida; muchas cosas y muy importantes dependen de ello.

Y, por último, no resta sino felicitarnos de que el casco del submarino haya encontrado finalmente un lugar y trato más adecuado para su preservación, como recordatorio perenne de lo antedicho.

Apéndice: el aparato de profundidades

Ningún trabajo sobre el submarino de Peral quedaría completo sin hacer referencia a la que él mismo consideraba su principal aportación a la

resolución del problema de la navegación submarina: el *aparato de profundidades*.

Durante largos años se ha creído que toda referencia a dicho aparato había desaparecido, al ser destruido el único existente por un ayudante de Peral, el delineante Barbudo, con la sana intención de que nadie se aprovechara del trabajo del genial inventor, y la misma suerte parecen haber corrido los planos y descripciones del mismo. Desde un principio se consideró secreto, y por sus juicios e informes parece que ni siquiera la misma junta que dictaminó sobre la eficiencia real del submarino y la viabilidad entera del proyecto tuvo acceso a él.

Sin embargo, y pese a todas estas dificultades, conseguimos hallar en el Archivo General de la Armada Don Álvaro de Bazán, en El Viso del Marqués, una descripción detallada del artefacto, aunque, desgraciadamente, ningún plano de este, lo que dificulta notablemente su comprensión y valoración.

En cualquier caso se trata, en nuestra opinión, de un documento trascendental sobre un aparato entonces a la vanguardia tecnológica mundial, y tal vez alguien más informado y formado que nosotros en cuestiones técnicas sea capaz de reconstruirlo, al menos con mucha aproximación, lo que sería una muy meritoria labor de recuperación de una de las mejores realizaciones en la historia de la ciencia y la tecnología en nuestro país.

El desconocimiento sobre tal aparato ha sido tal desde los mismos años de Peral, cuando se juzgaba su obra, que muchos estudiosos, incluso los mejor intencionados y más benévolos hacia el inventor y marino cartagenero, han dado por supuesto que se trataba de una simple adaptación del aparato regulador de los torpedos de la época.

Para deshacer un equívoco que ha durado ya demasiado tiempo, publicamos a continuación la descripción del aparato del torpedo. Así el lector, aunque no llegue a comprender exactamente la complejidad de los mecanismos, advertirá al menos la radical diferencia entre el sofisticado aparato electromecánico de Peral y el mucho más sencillo de los primitivos torpedos Whitehead de su época, los que en versión de la compañía alemana Schwarzkopz eran por entonces reglamentarios en nuestra Armada.

No deja de tener interés que el mismo técnico que describe el aparato del torpedo, el teniente de navío Chacón, fuera uno de los más decididos enemigos de Peral en la citada junta, emitiendo por su parte un voto particular muy negativo, y en el que insistía en que el aparato de profundidad ideado por Peral no era otro que el del torpedo. Puede dudarse si sus críticas eran de buena o mala fe, de lo que no cabe dudar, ante las descripciones expuestas, es que estaba emitiendo un juicio, y muy duro, sobre algo que no conocía.

Ya tuvimos ocasión de publicar una y otra descripción hace ya un decenio en nuestro libro sobre Peral y también en forma de apéndice, y posteriormente en nuestra edición de la memoria redactada por don Isaac sobre las pruebas, pero por una u otra razón no parecen haber tenido la repercusión y divulgación que esperábamos, por lo que creemos que no es ocioso insistir sobre un aspecto tan fundamental del submarino de Peral.

Memoria del Centro Técnico, Facultativo y Consultivo de Marina

Sección Segunda, firmada el 22-VII-1886 por el almirante D. Hilario Nava.

Archivo Álvaro de Bazán. Expedientes Personales, Cuerpo General, Isaac Peral y Caballero.

«... Compónese el servomotor según en los planes se ve, de tres partes, un inversor doble de corrientes eléctricas, un péndulo análogo al usado en el torpedo Whitehead y un tubo de sección elíptica encorvado varias veces en forma ovalada, por un extremo en comunicación con la mar y el otro unido al brazo superior de una palanca *fg* que gira sobre un eje *o* fijo a la parte de la varilla del péndulo que está por encima de su eje de suspensión. La parte inferior de la palanca está articulada a una barra *gh* que a su vez lo está un vástago montado sobre la parte móvil del inversor y por encima del eje de ésta.

»El inversor consta de dos partes, en la inferior están las prensas *a* y *b* que sirven para fijar los electrodos de una batería de acumuladores en número de 40 y ocho vasos metálicos, llenos de mercurio hasta el nivel marcado en el plano, en el que se ven también las comunicaciones metálicas establecidas entre los vasos. En la parte superior del inversor hay ocho arcos metálicos que embocan en los vasos y tres prensas de donde parten tres conductores: uno *c* que va a un extremo de una caja de resistencias, de cuyo otro extremo parte un conductor *m'* que va a un polo de una máquina magneto-eléctrica que está montada para accionar la pequeña hélice vertical que se halla situada en la parte de proa del buque (en el submarino se instalaron dos hélices a proa y popa como se recordará). De la prensa *c'* parte otro conductor que se amarra al extremo *m'* de la caja de resistencias y otro conductor parte de la prensa *d'* y se une al otro polo *g* del motor. Esta disposición, además de las comunicaciones metálicas establecidas sobre la parte alta del inversor entre los distintos arcos y de la longitud de éstos, da lugar a que cuando el vástago del inversor está vertical no pasa corriente alguna al motor, y por tanto la hélice no gira. Cuando se inclina el vástago de la derecha del plano a popa una cierta cantidad, se introducen los arcos más largos de ese lado en los respectivos vasos y establecen una corriente que después de pasar por la caja de resistencias circula produciendo en la máquina magneto-eléctrica una rotación tal que la hélice que acciona se mueve a su vez en el sentido conveniente para elevar la proa del barco. Si el ángulo o inclinación del vástago es suficientemente grande, penetran en sus respectivos vasos todos los arcos del lado a que se verificó la inclinación y la corriente circula sin pasar por la caja de resistencias accionando por tanto a la máquina y ésta a la hélice con mayor energía que antes. Cuando el vástago se inclina a popa se producen análogos efectos, salvo que la corriente circula en opuesta dirección y, por lo tanto, la hélice tiene a inclinarse hacia abajo la proa del buque.

»Se ve que si hay un órgano que automáticamente y llegado el momento oportuno, produce en la parte alta del inversor la inclinación conveniente, la

hélice de proa funcionará como se deja dicho y el buque ocupará el plano de nivel conveniente, manteniéndose horizontal al eje longitudinal.

»Los órganos son en el proyecto los siguientes: el tubo de sección elíptica ondulado que antes e citó y el péndulo también indicado y para estudiar sus efectos consideremos aisladamente cada uno de ellos. Desde luego se ve que graduada la tensión del tubo para una cierta profundidad del buque, sí ésta aumenta se dilatará aquella y este alargamiento producirá en la parte alta del inversor el efecto conveniente para que el buque, supuesto horizontal, levante la proa, y por lo tanto se eleve hasta llegar al plano de nivel en que debe estar. Si el buque en su movimiento ascensional rebasa el nivel conveniente, el tubo soportará una presión interior menor y tenderá a acortarse, actuando sobre el inversor de tal modo que el buque inclinará la proa y descenderá por tanto.

»Considerando ahora el péndulo, vemos que si el barco inclina la proa, el movimiento de inclinación hace que la palanca fg tome, por esta el punto o por encima del s de suspensión del péndulo, un movimiento hacia popa: el punto o describirá un arco con el radio so arrastrando a la palanca montada sobre o en dirección de popa, haciendo por tanto que el inversor deje pasar la corriente en la dirección de levantar la proa. En el caso de que el barco levante la proa, se produce el efecto contrario en todas sus partes».

Concluye la descripción recomendando que se construya y experimente un modelo en el que, a ser posible, se sustituya el relativamente frágil tubo manométrico por otro órgano de mayor resistencia.

Descripción del torpedo Whitehead-Schwarzkopf

Folleto explicativo escrito por el Teniente de Navío D. José María Chacón y Pery.

Cartagena, 1887. Biblioteca Central del Cuartel General de la Armada.

Página 7: «... un aparato muy ingenioso, llamado secreto por su inventor y de cuya buena disposición depende la eficacia del arma, obra sobre unos timones horizontales que corrigen constantemente no sólo los desvíos que puede experimentar el eje principal del torpedo en un plano vertical, sino los debidos a ascenso o descenso respecto de una determinada profundidad. Los principales órganos de este último aparato son la placa hidrostática y el péndulo, ligados de tal suerte entre sí y con los timones mencionados, que pueden transmitir libremente a estos timones los movimientos ya aislados o combinados de los referidos órganos; el primero de ellos, la placa, está destinado únicamente a corregir los cambios de inmersión del torpedo y su construcción está basada en las diferentes presiones que experimentan los cuerpos sumergidos en un líquido según la distancia a que se encuentren de su superficie, el segundo tiene por misión corregir los desvíos del eje principal en un plano vertical...»

Págs. 9 y 10: «Termina esta última (la cámara del aparato de profundidades o secreta) en dos superficies cóncavas; sobre las más próxima a la cámara interiormente descrita (la cabeza de combate o explosiva del torpedo) obra constantemente el agua que penetra por las aberturas practicadas al intento y ejerce su presión sobre la cara externa de la placa *cc* a lo cual se opone el esfuerzo de los muelles *D*. Esta placa que es circular y metálica, puede recorrer en el sentido de su eje obligada por la diferencia de presiones que se ejercen sobre sus dos caras, un curso total de 2 a 3 mm, pero se conserva en la media de éste cuando la presión ejercida exteriormente por el agua se equilibra con la interior de los muelles.

»Los movimientos de esta placa los transmite la varilla *cd* al extremo bajo de la pieza *deh* que gira alrededor de un eje *e* fijo en uno de los brazos del péndulo *P* y varía de situación por lo tanto, con las distintas inclinaciones del eje principal del torpedo; esta pieza *deh* cuyo brazo *eh* es de doble longitud que el *ed*, transmite ampliados los movimientos de la placa a las varillas *if* y *gg*, y ésta última, después de atravesar la cámara de aire, se articula al extremo del brazo vertical de la palanquilla *gmn* giratoria del eje *m* que soporta la pieza 6 firme al casquete de la mencionada cámara, los movimientos obtenidos en el extremo *g* se manifiestan con igual intensidad y amplitud en el *n*, y éste los transmite a la varilla *kk* con la que está conectada. Los cambios de posición de esta última varilla *kk* determinan los de traslación de la válvula de distribución 8 del aparato servomotor *E*, con lo que el aire comprimido que afluye por el tubo 10 pasa a actuar sobre dicho aparato y ocasiona los movimientos de la varilla *III* conectada por uno de sus extremos a la barra del émbolo que juega dentro del cilindro *E'*, y por el otro, a la pieza articulada *oo*, *oo*, de la cruz de quillas, que produce en los timones horizontales *tt* los movimientos angulares correspondientes a los rectilíneos de la varilla *III*.

»Volviendo a la cámara secreta, vemos en ella al péndulo *P'* que tiene su eje de suspensión y giro en *p*, limitadas sus oscilaciones por las superficies *qq* y provisto de los topes *rr* sobre los cuales actúa el esfuerzo de los muelles *ss* que amortiguan de tal suerte sus movimientos en el plano vertical con relación a los del eje principal del torpedo, que necesita formar con éste un ángulo de 50' con la horizontal para que el péndulo inicie su movimiento de traslación a uno u otro lado de su posición inicial, y de 1° a 50' para completar una de sus semioscilaciones; en uno de sus brazos lleva firme el eje *e* donde gira la pieza *deh* que establece la comunicación entre la placa y el péndulo y permite el que ambos aparatos puedan transmitir sus movimientos ya aislados o combinados a los timones horizontales...»

REVISTA DE HISTORIA NAVAL

Petición de intercambio

Institución

.....

Dirección postal

.....

País

Teléfono

Fax

Nos gustaría intercambiar su Revista/Cuadernos:

Revista de Historia Naval

Cuadernos Monográficos

con nuestra publicación

.....

.....

.....

(Ruego adjunte información sobre periodicidad, contenidos... así como de otras publicaciones de ese Instituto de Historia y Cultura Naval.)

Dirección de intercambio:

Instituto de Historia y Cultura Naval

Juan de Mena, 1, 1.º 28071 Madrid

Teléfono: (91) 312 44 27

Fax: (91) 379 59 45

C/e: ihcn@fn.mde.es

A PROPÓSITO DE LAS COLABORACIONES

Con objeto de facilitar la labor de la Redacción, se ruega a nuestros colaboradores que se ajusten a las siguientes líneas de orientación en la presentación de sus artículos:

El envío de los trabajos se hará a la Redacción de la REVISTA DE HISTORIA NAVAL, Juan de Mena, 1, 1.º 28071 Madrid, España.

Los autores entregarán el original y una copia de sus trabajos para facilitar la revisión. Con objeto de evitar demoras en la devolución, no se enviarán pruebas de corrección de erratas. Estas serán efectuadas por el Consejo de Redacción o por correctores profesionales. El Consejo de Redacción introducirá las modificaciones que sean necesarias para mantener los criterios de uniformidad y calidad que requiere la REVISTA, informando de ello a los autores. **No se mantendrá correspondencia acerca de las colaboraciones no solicitadas.**

A la entrega de los originales se adjuntará una hoja donde figure el título del mismo, un breve resumen, el nombre del autor o autores, la dirección postal y un teléfono de contacto; así como la titulación académica y el nombre de la institución o empresa a que pertenece. Además un resumen curricular que no exceda de diez líneas, donde podrá hacer constar más titulaciones, publicaciones editadas, premios y otros méritos.

Los originales habrán de ser **inéditos** y referidos a los contenidos propios de esta REVISTA, y sin maquetar. Su extensión no deberá sobrepasar las 25 hojas escritas por una sola cara, con el mismo número de líneas y convenientemente paginadas. Se presentarán mecanografiados a dos espacios en hojas DIN-A4, dejando margen suficiente para las correcciones. Podrán enviarse por correo ordinario o en CD-ROM o DVD, o por correo electrónico ihcn@fn.mde.es, con tratamiento de texto Microsoft Word Windows, u otros afines, para facilitar la maquetación.

Las ilustraciones que se incluyan deberán enviarse en archivo aparte y de la mejor calidad posible, estar en formato JPG ó TIFF, y con resolución de 300 p.p.p., como mínimo. Los mapas, gráficos, etc., se presentarán preferentemente en papel vegetal o fotográfico, convenientemente rotulados y no se admitirán fotocopias. Todas irán numeradas y llevarán su correspondiente pie, así como su procedencia. Será responsabilidad del autor obtener los permisos de los propietarios, cuando sea necesario. Se indicará asimismo el lugar aproximado de colocación de cada una. Todas las ilustraciones pasarán a formar parte del archivo de la REVISTA.

Advertencias

- Evítese el empleo de abreviaturas, cuando sea posible. Las siglas y los acrónimos, siempre con mayúsculas, deberán escribirse en claro la primera vez que se empleen. Las siglas muy conocidas se escribirán sin puntos y en su traducción española (ONU, CIR, ATIS, EE.UU., Marina de los EE.UU., etc.). Algunos nombres convertidos por el uso en palabras comunes se escribirán en redonda (Banesto, Astano, etc.).
- Se aconseja el empleo de minúsculas para los empleos, cargos, títulos (capitán, gobernador, conde) y con la inicial mayúscula para los organismos relevantes.
- Se subrayarán (**letra cursiva**) los nombres de buques, libros, revistas y palabras y expresiones en idiomas diferentes del español.
- Las notas de pie de página se reservarán exclusivamente para datos y referencias relacionados directamente con el texto, cuidando de **no mezclarlas** con la bibliografía. Se redactarán de forma sintética.
- Las citas de libros y revistas se harán así:
 - APELLIDOS, nombre: *Título del libro*. Editorial, sede de ésta, año, número de las páginas a que se refiere la cita.
 - APELLIDOS, nombre: «Título del artículo» el *Nombre de la revista*, número de serie, sede y año en números romanos. Número del volumen de la revista, en números arábigos, número de la revista, números de las páginas a que se refiere la nota.
- La lista bibliográfica deberá presentarse en orden alfabético; en caso de citar varias obras del mismo autor, se seguirá el orden cronológico de aparición, sustituyendo para la segunda y siguientes el nombre del autor por una raya. Cuando la obra sea anónima, se alfabeticará por la primera palabra del título que no sea artículo. Como es habitual, se darán en listas independientes las obras impresas y las manuscritas.
- Las citas documentales se harán en el orden siguiente:
 - Archivo, biblioteca o Institución.
 - Sección o fondo.
 - Signatura.
 - Tipología documental.
 - Lugar y fecha.



Suplemento núm. 18 a la REVISTA DE HISTORIA NAVAL núm. 121 de 2013

