

La difusión de nuevas tecnologías en el sector pesquero español, 1931-1971

Ana I. Sinde Cantorna, Isabel Diéguez Castrillón y Ana Gueimonde Canto

1. INTRODUCCIÓN

La incorporación de nuevas tecnologías por parte de las empresas pesqueras españolas desde finales del siglo pasado explica buena parte del incremento de producción registrado por el sector hasta la década de los setenta. El período en el cual vamos a centrar nuestro estudio va a ser el comprendido entre los años previos a la Guerra Civil española hasta la década de los setenta, coincidiendo con la aparición de una nueva ordenación jurídica de los recursos pesqueros, cuya principal consecuencia fue la de que «*el mar dejase de ser libre*», en el contexto mundial y comunitario, y en el nacional y regional. La actividad pesquera no se desarrollará a partir de ese momento bajo las mismas premisas bajo las cuales se llevó a cabo su gran expansión, quizás responsables últimas de la situación actual de sobredimensionamiento de la flota pesquera, que basó su expansión en un modelo de «sobreexplotación-expansión» que atendía más al incremento de la producción que a la sostenibilidad del recurso a largo plazo (Sinde et al., 2002).

Fecha de recepción del original: Enero de 2005. Versión definitiva: Mayo de 2006

■ Ana I. Sinde Cantorna es profesora del Departamento de Organización de Empresas y Marketing de la Universidad de Vigo. Dirección para correspondencia: Facultad de CC. Empresariales y Turismo, Campus As Lagoas s/n, 32004 Ourense. asinde@uvigo.es

■ Isabel Diéguez Castrillón es profesora del Departamento de Organización de Empresas y Marketing de la Universidad de Vigo. Dirección para correspondencia: Facultad de CC. Empresariales y Turismo, Campus As Lagoas s/n, 32004 Ourense. idiiguez@uvigo.es

■ Ana Gueimonde Canto es profesora del Departamento de Organización de Empresas y Marketing de la Universidad de Vigo. Dirección para correspondencia: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Campus As Lagoas Marcosende nº 9, 36200 Vigo. anagui@uvigo.es

Los trabajos que tratan el cambio técnico en el sector pesquero español tienen un enfoque macroeconómico y/o regional¹, por lo que parece necesario disponer de un estudio que aborde también el ámbito microeconómico a nivel nacional. El objetivo de este trabajo es analizar el proceso de difusión tecnológica en el sector pesquero español, centrando nuestra atención en los motores diesel, el acero y la ecosonda, por su importancia en el período objeto de estudio y por disponer de información cuantitativa sobre estas innovaciones a partir de las Listas Oficiales de Buques (LOB)².

Hemos centrado nuestra investigación en la pesca de altura y gran altura³, basada en el arrastre, porque son los subsectores que demostraron un mayor dinamismo durante este período y sobre los que descansa la industrialización del sector pesquero español, y por la fuente de información utilizada⁴.

2. CAMBIO TÉCNICO Y DIFUSIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS

Se conoce por difusión el proceso por el cual el uso de una nueva tecnología se expande a lo largo del tiempo en una comunidad de usuarios (Sarkar, 1998), siendo éste uno de los aspectos fundamentales del proceso de cambio técnico (Sinha y Chandrasherakan, 1992), principalmente en empresas situadas en sectores dominados por proveedores (Pavitt, 1984; Tidd *et al.*, 1997). En este tipo de firmas las innovaciones surgidas afectan al proceso productivo y son introducidas mediante la adquisición de maquinaria y otros inputs productivos (tecnología incorporada). Desde el punto de vista

¹ Por ejemplo los ya clásicos de PAZ (1954 y 1958), QUIROGA (1961 y 1968), GIRÁLDEZ (1985, 1991 y 1996), MAIZ (1993), LÓPEZ (1994 y 1997), OCAMPO (2002), SINDE *et al.* (2002), etc. En ellos se estudia el sector pesquero utilizando cifras a nivel agregado y/o para un determinado ámbito geográfico (comunidad autónoma, provincia, un puerto en concreto, etc.), sin ser el cambio técnico a nivel microeconómico el tema central. Son escasos los trabajos internacionales que abordan el cambio técnico en el sector pesquero; desde una perspectiva macroeconómica destacaríamos BAARTZ (1991), y desde una perspectiva microeconómica ACHESON Y REIDMAN (1982), DEWEES Y HAWKES (1988) y RAUNIYAR (1998). ACHESON Y REIDMAN (1982) estudian la adopción de seis innovaciones diferentes por parte de empresas pesqueras que operaban en el Océano Pacífico, mientras que DEWEES Y HAWKES (1988) centran su estudio en empresas pesqueras con base en los puertos de Maine y New Hampshire, y en la adopción de buques de gran tamaño (80.000\$ - 350.000\$) y de radios (100\$). RAUNIYAR (1998) estudia la probabilidad de adopción de innovaciones de las empresas acuícolas de Nepal.

² Innovaciones que se introducen al inicio del período estudiado y extienden su proceso de difusión a lo largo de él, lo cual nos permite estudiar el proceso completo, desde la introducción hasta la fase de madurez de las tecnologías.

³ Diferenciamos entre pesca de altura, gran altura, litoral o de bajura, siguiendo el Reglamento español de Servimar, cap. V, regla I, que considera cuatro tipos de pesca utilizando como variable para la clasificación el tonelaje de las unidades pesqueras. Se engloban en el sector de altura los buques con un tonelaje entre 100 y 250 TRB, que faenan fuera de las 60 millas pero dentro de la zona comprendida entre los paralelos 60°N y 0° y entre los meridianos 10°E y 20°W; y dentro del sector de gran altura los buques que superan las 150-200 TRB y que ejercen la actividad pesquera sin limitación territorial. La pesca de litoral englobaría a las embarcaciones de menos de 20 TRB, mientras que en la de bajura el tamaño de los buques no suele sobrepasar las 100 TRB (SANTOS Y NÚÑEZ, 1994: 112).

⁴ Utilizamos como principal fuente las Listas Oficiales de Buques y en éstas la información más completa sobre la flota pesquera es para los buques de más de 100 TRB, recogidos en la Lista Segunda.

del mercado, no van a contribuir a la generación de nuevos productos o procesos, ya que la innovación tecnológica fue generada y realizada por empresas de otros sectores⁵. En estos sectores el proceso de innovación consiste fundamentalmente en la difusión de bienes de capital que optimizan los procesos, y en el empleo de nuevos materiales o inputs intermedios, producidos por otras empresas (Dosi y Orsenigo, 1988), para conseguir una reducción en sus costes.

Entre las primeras aproximaciones económicas al análisis de la difusión de nuevas tecnologías, que datan de finales de los años cincuenta y principios de los setenta⁶, destacan los trabajos de Griliches (1957), Mansfield (1961) y Rogers (1962), que establecieron las bases del modelo estándar (o epidémico) de difusión. Estos trabajos, y otros posteriores en los que se analizaba el proceso de difusión tecnológica en diversos sectores productivos (acero, robots industriales, escaners ópticos...) –Romeo (1977), Oster (1982), Levin *et al.* (1987), Mansfield (1989 y 1993), permitieron establecer que *la difusión de nuevas tecnologías, económicamente superiores, es un proceso gradual*. Las nuevas tecnologías no se difunden de modo instantáneo en la estructura social y económica predominante, y las pautas de difusión varían, prolongándose en ocasiones durante décadas (Metcalf, 1992). Generalmente, el número de usuarios que adoptan una nueva tecnología se puede representar mediante una función logística en forma de S respecto al tiempo. El número de adoptantes crecerá lentamente al principio, pasando luego a un periodo de gran crecimiento, para terminar con el estancamiento que se produce en una fase en la que se alcanza la madurez y han incorporado la nueva tecnología los usuarios más rezagados (Geroski, 2000).

El estudio de los procesos de difusión de nuevas tecnologías aporta información sobre la pauta seguida por una tecnología determinada, el ratio al cual se produjo su difusión, y los factores que condicionaron la difusión a nivel interempresa (Stoneman, 2002). Generalmente, la duración del proceso vendrá dada por el nivel acumulado de usuarios de una innovación en un mercado, que estará en función de la decisión de adopción por parte de cada empresario (Rogers, 1995). Estudiaremos el proceso de difusión tecnológica en el sector pesquero español tratando de integrar las aportaciones de los diferentes modelos teóricos que explican la difusión y adopción de nuevas tecnologías (modelo tradicional o epidémico, *rank models*, *stock models*, *order models*, modelo de redes y evolutivo) y bajo las consideraciones siguientes:

1) La decisión de adopción no depende sólo del conocimiento de la existencia de la nueva tecnología por parte de un usuario potencial, algo que se produce por el simple contacto de un usuario y un no usuario. Dicho contacto lo único que implica es que existe una transferencia de información, pero no que el no usuario se vaya a convertir en usuario, ya que en el proceso de decisión de adopción van a influir otros elementos

⁵ En el caso del sector pesquero español entre 1931 y 1971, la estrategia tecnológica seguida por las empresas fue incorporar las innovaciones adquiridas directamente en el mercado, y no su obtención a través del desarrollo interno o la compra de licencias o patentes (SINDE *et al.*, 2002).

⁶ Los primeros estudios sobre el proceso de difusión datan de los años cuarenta y fueron realizados, principalmente, por sociólogos y geógrafos (FREEMAN, 1988).

(Rosegger, 1996). Las empresas pesqueras estaban en contacto permanente con empresas de otros países, y sin embargo el conocimiento de la existencia de una nueva tecnología no implicó en ningún momento su adopción inmediata⁷.

2) El número de adoptantes potenciales va a variar con el tiempo, de hecho tanto el número de buques como de empresas del sector se incrementa a lo largo del período (Cuadro 1).

CUADRO 1. ESTRUCTURA EMPRESARIAL DEL SECTOR PESQUERO ESPAÑOL DE ALTURA Y GRAN ALTURA

	1931	1941	1951	1961	1971
Nº empresas	68	163	327	443	1201
Nº buques	158	320	696	929	1841
TRB total	37.717	57.714	125.186	197.965	470.129

TRB: Toneladas de registro bruto.

Fuente: Elaboración propia a partir de las Listas Oficiales de Buques (LOB).

3) La difusión de una nueva tecnología puede estar supeditada al cumplimiento de ciertas características por parte de la tecnología innovadora a adoptar: la ventaja relativa que proporciona frente a la tecnología antigua, su grado de complementariedad con el resto de equipos que conforman el proceso productivo, el coste que lleva implícito, etc. (Rosenberg, 1979 y 1982; Rogers, 1995; Rosegger, 1996). Los trabajos sobre el sector pesquero de Acheson y Reidman (1982); Dewees y Hawkes (1988) y Rauniyar (1998) ponen de manifiesto que las tecnologías de mayor coste y complejidad eran adoptadas antes por empresas de mayor dimensión, mientras que el tamaño no explicaba la adopción de innovaciones de menor coste y su difusión se producía de forma más rápida.

4) En lo que se refiere a los factores que condicionaron el proceso de difusión, se incluirán los relacionados con la demanda y con la oferta (Stoneman e Ireland, 1983; Gatignon y Robertson, 1989). La decisión de adoptar o no una tecnología innovadora y la velocidad a la cual se va a producir la difusión de la nueva técnica va a estar condicio-

⁷ En las empresas pesqueras, las «plantas de producción» no se encuentran en un punto fijo, sino que ejercen su actividad en diferentes regiones, interactuando de forma constante con unidades de otras empresas y países. Esto implicaba que en cada momento las empresas españolas recibían información de los cambios técnicos que aparecían en el sector a nivel internacional, lo que hacía que si bien no formalmente, sí informalmente realizaban algunas de las tareas propias de un sistema de vigilancia tecnológica. Sólo así se puede comprender que sin desarrollar programas propios de I+D, las empresas pesqueras españolas reaccionaban rápidamente ante los cambios tecnológicos en el sector. QUIROGA (1968:14) se pregunta «cómo un país tecnológicamente entre los menos progresivos de Europa puede pesqueramente y con exigencia de una tecnología delicada, colocarse en un puesto de vanguardia no sólo europeo, sino mundial», algo que parece explicarse por «el contacto permanente en el mar con las flotas extranjeras y la competencia con ellas sobre algunos bancos de peces nos obligan a poner al día nuestra capacidad pescadora».

nada no sólo por la elección del armador, sino también por la capacidad tecnológica y las características de las empresas de construcción naval.

5) Por último, y de acuerdo con los modelos evolutivos, se contemplará la competencia entre tecnologías, con lo que se tendrá en cuenta la evolución de las tecnologías antiguas que pueden experimentar mejoras durante el proceso de difusión de la nueva tecnología, incrementando el umbral tecnológico de la tecnología antigua (Rosenberg, 1982 y 1995; López y Valdaliso, 1997). La demanda de la tecnología antigua puede seguir creciendo mientras ocurre el proceso de sustitución (Norton y Bass, 1987).

3. LOS MOTORES DIESEL EN EL SECTOR PESQUERO DE ALTURA Y GRAN ALTURA

La primera patente de motor diesel, concedida a Rudolf Diesel, data de 1894, aunque no será hasta 1897 cuando se realice la primera prueba exitosa⁸. La primera aplicación técnica a la propulsión marina se realizó en 1902, y en 1917 se introdujo el motor diesel en un buque de grandes dimensiones⁹. En la década de los veinte éste se empieza a extender como fuerza de propulsión en embarcaciones. En 1918-1919 sólo el 2 por cien del tonelaje mundial construido en todo tipo de buques estaba equipado con motores diesel, mientras que en 1935-1936 ya representaba el 58 por cien, y en 1978 el 65 por cien (Todd, 1985:180).

El empleo del diesel en las embarcaciones de pesca de altura y gran altura data de finales de los años veinte (Sahrhage y Lundbeck, 1992:121): en 1921 fueron instalados los primeros motores diesel en buques pesqueros de gran porte (Cushing, 1988: 129). La adopción del diesel en el sector pesquero siguió tendencias diferentes según el país; mientras que en Inglaterra a la altura de 1937 aún un 97,6 por cien de su flota de arrastre utilizaba el vapor como fuerza de propulsión (Robinson, 2000), en Dinamarca o Alemania el diesel experimentaba una rápida ascensión.

La difusión de este tipo de motores también estuvo muy ligada al tipo de unidades productivas más extendidas en cada región. Países como Noruega o Dinamarca, con una flota formada por unidades de pequeño tonelaje, fueron incorporando la tecnología diesel desde principios del siglo XX (Christensen y Nielssen, 1996; Andersson, 1996). Mientras que en países como España o Inglaterra, cuya flota de altura y gran altura era muy importante, la introducción de estos motores se hizo más tarde, debido a la mayor dificultad para adaptar esta tecnología a buques de mayor tonelaje. Este tipo de embarcaciones requería de mayor fuerza de propulsión que las de escaso tonelaje, y si bien a principios de siglo se encontraban en funcionamiento en plantas fabriles, el tamaño de

⁸ El modelo existente en 1893 alcanzaba una efectividad del 10%, mientras que el de 1897 amplió dicha efectividad hasta el 75%.

⁹ En 1912 se monta el primer motor diesel en un carguero de línea de casi 5.000TRB, el *Selandia*, que cubría la ruta de Dinamarca al Pacífico. Durante la Primera Guerra Mundial fue adoptado por las marinas de guerra más importantes de Europa (VALDALISO, 1991:151)

estos primeros motores diesel era inviable para ser montados en buques pesqueros. Hasta que no se consiguieron motores de gran potencia y menor dimensión no fue operativa su instalación en buques, algo que sólo fue posible en la década de los veinte del siglo pasado.

Las principales ventajas de los combustibles líquidos derivados de petróleo, principalmente fuel-oil y gas-oil, frente al carbón, eran el mayor poder calorífico de estos nuevos combustibles, una combustión más eficaz y un incremento de la capacidad del buque, al poder ser almacenados en los dobles fondos, lo que permitía un mayor radio de acción para un mismo tonelaje¹⁰. En el caso de los motores Diesel habría que sumar el que su consumo energético era un 40 por cien del de una caldera que emplease fuel-oil, que no precisaba de fogoneros para mantener las calderas (lo que reducía la mano de obra), y que la maquinaria requería de menor espacio, ya que era de menor tamaño que las calderas que consumían fuel-oil (Valdaliso, 1991). El menor espacio destinado a la sala de máquinas, junto con la posibilidad de destinar al almacenamiento del combustible zonas del buque no utilizadas y un consumo menor, hacía que un *trawler* a motor tuviese igual capacidad de captura que uno a vapor de 60 TRB más (Paz, 1954:78).

Las modificaciones en el tipo de propulsión también llevaron asociadas variaciones en la potencia de los buques. La unidad de potencia utilizada en las máquinas y motores marinos es el caballo de vapor (HP). Ésta va a determinar la velocidad de buque y la efectividad del arte de arrastre, el empleado por casi la totalidad de la flota de más de 100 TRB hasta 1963, cuando se empiezan a introducir en España, concretamente en el País Vasco, los buques atuneros congeladores, que empleaban el arte de cerco. Una mayor potencia por TRB (HP/TRB) implicará un incremento en la velocidad de la embarcación, con la consiguiente reducción del tiempo necesario para alcanzar los caladeros y una mayor efectividad en el arte de pesca empleado, lo que indirectamente llevará a una mayor productividad del mismo.

La tecnología propulsora empleada por el sector pesquero español hasta los años treinta se basó, única y exclusivamente, en los motores alternos¹¹. Será a partir de 1927 cuando se empiece a introducir una tecnología sustitutiva y técnicamente superior al

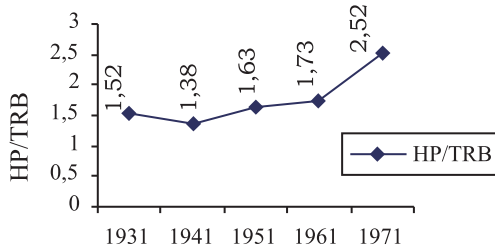
¹⁰ Los nuevos combustibles líquidos también implicaban mayor limpieza en las salas de calderas, y su abastecimiento se realizaba con mayor facilidad, limpieza y en mejores condiciones económicas (VALDALISO, 1991:152)

¹¹ La adopción del vapor a fines del siglo pasado se explica por la superioridad de la nueva tecnología y la posibilidad de desarrollar la actividad pesquera en caladeros cada vez más alejados de la costa. Fue mucho más rápida de lo que lo fue en la Marina Mercante, por el hecho de que en el sector pesquero la difusión del vapor se hace con cierto retraso respecto a otros sectores, lo cual permite el acceso a una tecnología que ya había superado su fase de introducción, con lo cual se acumularán los conocimientos suficientes para aplicar las primeras mejoras sobre la misma, al tiempo que los niveles de incertidumbre asociados a la nueva tecnología se fueron minorando. A finales del siglo XIX, cuando se empezó a introducir el vapor en la pesca, ya se habían desarrollado los motores alternos compuestos y de triple expansión, los cuales suponían una reducción de consumo respecto a los motores iniciales. Dentro de los motores alternos, el de triple expansión será el que tenga un mayor protagonismo en la sector pesquero español, hasta finales de los años cincuenta en que fue reemplazado por los motores diesel.

vapor: los motores diesel. El primer buque con motor diesel de la flota pesquera española fue adquirido en Alemania por el armador vasco Javier Arceluz, siendo según diversos autores el segundo buque en el mundo construido específicamente como pesquero con motor diesel (Veiga, 1974). Las principales ventajas del motor diesel frente a los tradicionales motores de vapor eran: 1) el aumento del espacio disponible en la embarcación; 2) una mayor potencia; y 3) la reducción de costes que implicaba el nuevo combustible.

En cuanto a la primera de las ventajas, se daba un incremento en la capacidad de carga «útil» del buque, debido a que tanto el combustible como el motor ocupaban menos espacio, algo que adquiría mayor importancia en los barcos que realizaban caladas de varias semanas, como los bacaladeros que se desplazaban a Terranova y Groenlandia, Gran Sol, aguas sudafricanas, etc. Para la flota que se desplazaba a estos caladeros era necesario aumentar la velocidad y la potencia del buque. La potencia de la máquina instalada a bordo en función del tonelaje del buque se incrementa de forma constante a lo largo del período (Gráfico 1), lo que implicaba una mayor velocidad de desplazamiento y un mayor rendimiento del arrastre.

GRÁFICO 1. EVOLUCIÓN DE LA POTENCIA MEDIA DE LA FLOTA ESPAÑOLA (> 100TRB)



HP/TRB: Potencia media en caballos de vapor por tonelada de registro bruto.

Fuente: Elaboración propia a partir de las LOB

La reducción de los costes se debía a la diferencia de precios de ambos combustibles; los precios alcanzados por el carbón, combustible empleado en las calderas de vapor, junto con la escasez y la calidad del mismo, implicó que los gastos que suponía este input sobre el total de gastos de un barco pasaran de representar un 32,85 por cien en 1935, a un 42,6 por cien en 1945 y alrededor del 56,8 por cien en 1953¹². La elevada

¹² Sobre el carbón se aplicaban dos tipos de precios: el de cupo para carboneo para la cantidad asignada por el Estado a cada armador, y el de exceso de producción, que el armador compraba por encima de la cantidad contingentada. En el año 1952 se adjudicaban 280 tns. mensuales bou a 432 pts./tn., siendo el precio para los consumos por encima de dicha cantidad de 600 pts./tn. *Informe sobre la industria pesquera de altura de la región Noroeste, elaborado por la Delegación*

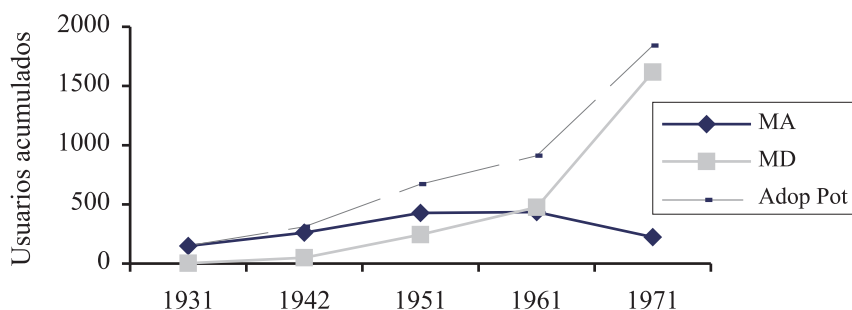
incertidumbre en cuanto al suministro de carbón, sobre todo a finales de la década de los cuarenta y principios de los cincuenta, hizo que en muchas ocasiones los armadores se viesen obligados a mantener amarrados los buques en puerto por falta de combustible. Esta situación se agrava a finales de los años cuarenta y principios de los cincuenta¹³, al sumársele a las mayores dificultades de abastecimiento unos precios no competitivos con el gas-oil (Cuadro 2) (Sudrià, 2001; Mirás, 2003).

CUADRO 2. EVOLUCIÓN DEL PRECIO DE LOS COMBUSTIBLES (PTS/TN)

Año	Carbón	Gas-oil
1947	285	850
1952	475	1.320
Incremento (%)	74,73	55,29

Fuente: Archivo de la Cámara de Comercio de A Coruña, caja A.D. 154.

GRÁFICO 2. EVOLUCIÓN DE LAS PRINCIPALES TECNOLOGÍAS PROPULSORAS EMPLEADAS POR LA FLOTA PESQUERA ESPAÑOLA DE MÁS DE 100 TRB (1931-1971)



MA (Motor alternativo), MD (Motor diésel), Adop Pot (Adoptantes potenciales)

Fuente: Elaboración propia a partir de las LOB.

Provincial de Sindicatos, 9 de septiembre de 1953. ARHG, Fondo de Organizaciones Sindicales, leg. 655. Este problema se agrava en enero de 1952 cuando se suprime a la pesca del grupo de industrias calificadas como preferentes en cuanto a suministro de carbón, con la consiguiente reducción de los cupos asignados a las empresas. Archivo de la Cámara de Comercio de A Coruña, caja A.D. 154.

¹³ «Hace tiempo que en los medios pesqueros se ha dado voz de alarma, acerca del panorama de nuestra industria extractiva; panorama cuyos horizontes se han ido oscureciendo porque parecen haberse aunado la minoración de la cantidad de pesca, con el incremento de los gastos de explotación», *Industrias Pesqueras*, 15 de marzo de 1949, 256.

La difusión de la nueva tecnología fue muy lenta; desde la introducción del primer motor diesel en 1927 hasta que éste supera en número de usuarios al motor alterno transcurren cuatro décadas (Gráfico 2). En 1931, un 99 por cien de las empresas del sector empleaba motores alternos consumidores de carbón, y sólo un 1 por cien había adoptado los motores diesel. Habrá que esperar a la década de los sesenta para que la tecnología diesel se imponga en el sector pesquero español; en 1961 la habían adoptado un 52,5 por cien de los adoptantes potenciales, y en 1971, un 89 por cien¹⁴.

Esta lenta difusión de la tecnología diesel se explica por factores ligados a la industria demandante, a la industria oferente y a la evolución de la tecnología antigua, en la cual se introducen mejoras durante la década de los cuarenta.

3.1. El atraso tecnológico que existía en la industrial nacional

El atraso tecnológico de los astilleros españoles en cuanto a la fabricación de motores marinos sólo podría haberse solventado vía importación, algo que no fue viable dadas las trabas que existían para las compras en el extranjero. En 1942 sólo existían en España tres casas que fabricaban motores Diesel: la Sociedad Española de Construcción Naval, en Bilbao; la Maquinista Terrestre y Marítima, en Barcelona; y los astilleros Barreras, en Vigo. Su producción era reducida y en condiciones económicas poco competitivas, y se basaba en modelos facilitados por las principales casas europeas (Navaz, 1945). A partir de 1950, «se logra nacionalizar casi totalmente la industria del motor diesel», importándose sólo algunos componentes intermedios; tal hecho va a hacer posible la gran etapa de progreso de la industria de los motores diesel en España (Valdaliso, 1997: 322). No obstante, aunque la producción de estos motores mejoró notablemente en España, el sector pesquero tuvo que seguir acudiendo a las importaciones, permitidas por las leyes de crédito naval (Giráldez, 2005). A partir de estos años se suavizó el problema de escasez de oferta.

Los problemas sufridos por la industria naval española en cuanto a la disponibilidad de materias primas hicieron que no pudiese establecerse de antemano el plazo de entrega del buque ni su precio final, lo que incrementó extraordinariamente el riesgo económico a que debían hacer frentes las empresas, al desconocer el tiempo que iban a tener la inversión inmovilizada y el monto final de la inversión. La situación financiera de las empresas pesqueras, con unas cuentas poco saneadas (Sinde, 2000), hacía que no estuviesen en disposición de asumir los riesgos que implicaba la adopción de la nueva tecnología, ya que a los riesgos técnicos inherentes a la propia adopción se sumaban los económicos que se derivaban del hecho de no conocer de antemano el precio final del buque, ni su plazo de entrega.

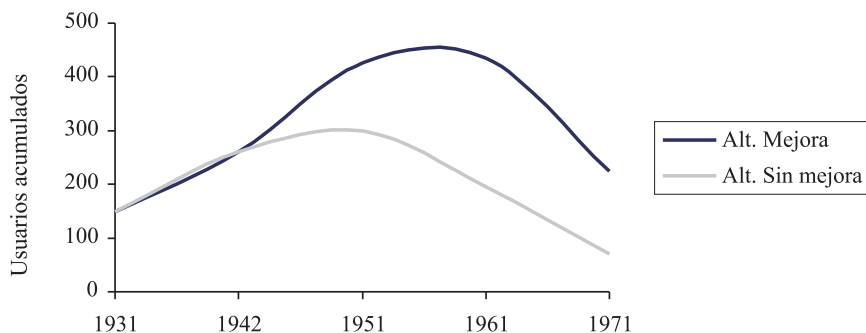
¹⁴ Según la clasificación de los adoptantes en función de su predisposición a adoptar una innovación (ROGERS, 1995), a principios de los años sesenta se había incorporado la primera mayoría; siendo en la década de los setenta cuando se incorpora la mayoría tardía, adoptando esta tecnología el último grupo, los rezagados, en la década de los ochenta.

3.2. Las mejoras introducidas en la tecnología antigua

Uno de los principales inconvenientes de los motores alternos estaba asociado al combustible empleado para la generación de vapor. Durante el segundo lustro de la década de los cuarenta se hizo posible transformar los quemadores de las calderas para que pudiesen emplear el fuel-oil como combustible, el cual proporcionaba importantes ventajas respecto al carbón, y como veremos, respecto al propio gas-oil y los motores diesel. Esto llevó a que la etapa de sustitución tecnológica se prolongara en el tiempo, al ampliar la tecnología antigua su límite tecnológico.

Con la transformación de las calderas para el consumo de fuel-oil, los motores alternos mejoraron considerablemente sus prestaciones, con lo que este tipo de motores consiguió superar sus propias limitaciones tecnológicas:

GRÁFICO 3. EVOLUCIÓN DE LOS USUARIOS DE MOTORES ALTERNOS



Fuente: Elaboración propia a partir de las LOB.

1) Las calderas transformadas para el consumo de fuel incrementaban la velocidad del buque, aunque no de forma directa ya que el aparato propulsor no sufría modificación. El incremento de la velocidad se derivaba del hecho que con los quemadores de fuel la generación de vapor era constante y regular, sin las frecuentes caídas que ocurrían en las calderas cuyos hornos quemaban carbón. Esa constancia en la presión favorecía el rendimiento óptimo del aparato propulsor y de forma indirecta el del aparejo, ya que se garantizaba una tracción más segura para el arrastre y, en consecuencia, una mayor efectividad en el mismo.

2) Implicaba un ahorro de un 30-33 por cien sobre el consumo de carbón, además de una mejor conservación de las máquinas y de no sufrir las mermas derivadas del carboneo. Esta circunstancia, junto con la evolución de los precios del carbón y el fuel-oil, más favorable a éste último, principalmente entre 1947-1952, lleva a que las importaciones de carbón inglés y las ventas de carbón español para pesqueros decreciesen en 1954 por la casi total transformación de la flota a fuel, quedando un pequeño porcentaje

de barcos que aun consuman carbón¹⁵. Multitud de testimonios de empresarios lo ponen de manifiesto:

«(...) la escasez de carbón nos ha obligado a tener parado nuestro bou J. Ignacio de C desde el primero de Julio al 10 de octubre...las constantes elevaciones de precio y sus bajas calidades, que se traduce que tenemos que consumir carbón –caro y malo- obligará a transformar los barcos para quemar fuel-oil, único recurso para defenderse económicamente¹⁶».

En el caso de la explotación de un bou que consumía fuel-oil respecto a otro que utilizase carbón, la reducción de costes era de un 22,5 por cien, mientras que en el caso de las parejas se situaba en un 6,5 por cien (cuadro 3), ante lo cual era evidente que pesaba como motivo importante a la hora de tomar la decisión de transformar y/o adquirir un barco de pesca que emplease como combustible el fuel-oil¹⁷. En resumen:

«[la transformación] significa el dejar el buque en condiciones de mayor economía por el menor importe actual del combustible líquido, y el doblar por lo menos la autonomía del barco, amén de las ventajas de conservación de sus interiores...no se ha dudado en tomar esta decisión que, tenemos la seguridad, ha de verse plenamente compensada en un plazo más o menos largo¹⁸».

CUADRO 3. COSTES DE LOS BOUS Y PAREJAS CONSUMIENDO FUEL Y CARBÓN (EN PESETAS)

Conceptos	Bou carbón	Bou fuel	Diferencia	Pareja carbón	Pareja fuel	Diferencia
Costes Fijos	234.366	173.866	60.500	179.450	167.250	12.200
Costes Variables	35.097	35.079	18	23.712	22.812	900
Costes Totales	269.463	208.945	60.518	203.162	190.062	13.100
Base pesca	200.000	200.000	-	103.821	103.821	-

«Base pesca»: Los costes se calculan para un buque cuyas capturas en una marea se valoran en 200.000 pts.

Fuente: Elaboración propia a partir de las estadísticas de costes que elaboró la Junta de Obras del Puerto de A Coruña en abril de 1953, para el segundo semestre de 1952.

¹⁵ *Memoria del año 1954 de Armadores de Buques de Pesca S.L.*, AHRG, fondo de Hacienda, Contribución de Utilidades-Tarifa III, leg. 1801.

¹⁶ *Memoria del año 1952 de Pesquerías González S.L.* AHRG, Fondo de Hacienda, Contribución de Utilidades-Tarifa III, leg. 1811.

¹⁷ «El sensible agotamiento de las playas de pesca en que trabajan, la necesidad de alejarse cada vez más de sus bases, añadiendo el creciente aumento de los precios del combustible y de los pertrechos de pesca, origina que estos barcos (parejas y bous de carbón), que hasta hace cinco o seis años proporcionaban beneficios muy interesantes, se defiendan hoy difícilmente, por lo que están llamados a desaparecer sustituidos por las modernas parejas de casco metálico y con propulsión de motor Diesel, de características más económicas que les permiten luchar en las duras condiciones en que el negocio se desenvuelve hoy» (GONZÁLEZ, 1953: 131).

¹⁸ AHRG, Fondos de Hacienda, Contribución de Utilidades-tarifa III, leg. 1.789.

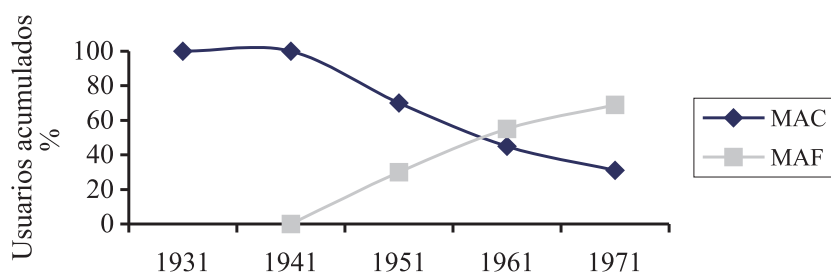
3) Mejoraba las condiciones de navegación y flotabilidad del buque, y permitía incrementar el radio de acción de las unidades pesqueras, en la medida en que: proporcionaba una mayor autonomía al buque, e implicaba una mayor disponibilidad de espacio a bordo, dado que el espacio ocupado por el nuevo combustible se reducía considerablemente respecto al que requería el carbón. En la Memoria de 1949 de la compañía Mardomingo S.A. se deja constancia de los grandes sacrificios que supuso para la empresa afrontar una «total reconstrucción y modernización» de uno de sus buques –el San Pedro– para que pasase a utilizar combustibles líquidos y así pudiese emplearse en las nuevas pesquerías:

«Queremos hacer especial mención a la gran autonomía que este barco ha de tener, puesto que ella ha de permitirnos dedicarle, si ello fuera interesante, en ciertas épocas del año, a la pesca del bacalao en las costas de Terranova, y en enviarle a nuevos y lejanos caladeros en Islandia y las islas Feroe, a cuyos parajes no podría pensarse en ir con la utilización de combustibles sólidos»¹⁹.

Si diferenciamos los motores que no sufrieron transformación alguna respecto al total podemos comprobar que, aunque los motores alternos se mantienen a la altura de los diesel hasta 1961 que empiezan a decaer, los motores alternos que consumían carbón empiezan a reducirse de modo importante a partir de 1951 (Gráfico 4). A principios de los cincuenta tiene lugar la gran oleada de transformaciones al fuel-oil:

«el aumento del precio del combustible y de los fletes y la alarmante transformación de las unidades pesqueras que cambian sus instalaciones para quemar fuel, huyendo del carbón que cada día se hace más antieconómico son las causas que lo originan»²⁰.

GRÁFICO 4. DISTRIBUCIÓN (%) DE LOS USUARIOS DE LOS MOTORES ALTERNOS



MAC: Motor alternativo de carbón; MAF: Motor alternativo de fuel.

Fuente: Elaboración propia a partir de las LOB.

¹⁹ AHRG, *Fondos de Hacienda, Contribución de Utilidades-tarifa III, leg. 1789.*

²⁰ *Memoria del año 1951 de Armadores de Buques de Pesca S.L., AHRG., Fondo de Hacienda, Contribución de Utilidades-Tarifa III, leg. 1795. La subida del precio del carbón desde 1949 en Memoria del año 1949 y 1950 de Armadores de Buques de Pesca S.L., AHRG, Fondo de*

Los motores alternos que empleaban como combustible el fuel-oil tenían una serie de ventajas sobre los motores diesel, derivadas de los inconvenientes que éste último presentó en las fases iniciales de su introducción, unos ligados al hecho de ser una tecnología nueva, por tanto en proceso de mejora (un motor diesel era obsoleto al cabo de seis años), otros relacionados con el contexto en el cual desempeñaban su actividad las empresas.

El fuel implicaba un menor grado de *complejidad*, al no ser necesario cambiar la máquina. Al ser la misma máquina existía abundancia de personal capacitado para su manejo y mantenimiento, lo que llevaba a que el *riesgo técnico y económico* fuese menor. Dicha disponibilidad de personal no existía para los motores diesel. Entre las conclusiones de un Informe de la Cámara de Comercio de A Coruña de 1953, elaborado a partir de cuestionarios enviados a diferentes armadores, éstos mantienen que una motorización a gran escala implicaría la escasez de personal cualificado, que exigiría grandes sueldos, lo que anularía la rentabilidad asociada a la implantación de la nueva tecnología²¹. El informe aboga por un cambio paulatino que permita el uso progresivo de los motores diesel acompañado por el aumento de personal especializado.

Con los motores de fuel no se sufrían los retrasos que se daban con el diesel, por lo que el buque podía iniciar su actividad, y producir ingresos, en menos tiempo, además el suministro de repuestos estaba más asegurado; su *complementariedad* era muy superior al diesel, dado que existía la posibilidad de adaptar un buque ya existente al consumo de fuel, mientras que en el caso del diesel, generalmente, implicaba la necesidad de renovar el buque al completo; desde finales de los cuarenta la mayor parte de los bous adquiridos durante las últimas décadas fueron sometidos a dicha transformación, cuyo coste era considerable y en algunos casos llegaba a multiplicar por cinco el valor del buque antes de la sustitución de la caldera (cuadro 4). En el caso de una nueva construcción el incremento del coste era igualmente considerable; el precio de adquisición de una pareja de 29 metros pasó de 3.500.000 pesetas en 1949 a 5.500.000 pesetas cuatro años después, equipada con los nuevos motores (González, 1953: 135). Sin embargo, el coste no era el principal inconveniente de los buques de nueva construcción equipados con motores diesel, sino la disponibilidad de material para su construcción²².

Hacienda, Contribución de Utilidades-Tarifa III, leg. 1786 y leg. 1791. La empresa J. y M. Mardomingo recoge en su memoria 1950 «la necesidad de aprovechar una coyuntura favorable para vender la flota y asimismo, en que mientras eso no sea posible se haga un esfuerzo final para la instalación de fuel-oil, liberando a la sociedad del oprimente suministro de combustible sólido», *Memoria del año 1951 de Vapores Pesqueros J. y M. Mardomingo*, AHRG, Fondo de Hacienda, Contribución de Utilidades-Tarifa III, leg. 1.792.

²¹ Archivo de la Cámara de Comercio de A Coruña, caja A.D. 154. VEIGA (1975: 50) también hace referencia a esta falta de personal cualificado, «en las primeras épocas de los motores marinos gaditanos la falta de personal especializado motivó algunas veces el embarque de un chofer, previo somero examen sufrido en la Comandancia de Marina».

²² En 1950, el coste de un buque de aproximadamente 350 TRB con motor diesel era de unos 3.500.000 millones de pesetas, «si todo lo necesario para el equipamiento y la construcción del buque se puede obtener legalmente, pero casi nunca es posible en el tiempo presente, siendo por regla general el 50 por cien más del precio citado», *España Pesquera*, septiembre de 1950.

CUADRO 4. COSTE DE LA TRANSFORMACIÓN DEL VAPOR A LOS MOTORES QUE CONSUMÍAN COMBUSTIBLES LÍQUIDOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO (PTAS)

Buque	Empresa	Año de la transf.	Valor antes de la transf.	Valor después de la transf.	Valor de la transf.	Incremento Valor (%)
Txit-ona	Pedro Campo Ugidos	1947	n.d.	n.d.	1.086.811	n.d.
San Pedro	Pedro Campo Ugidos	1949	n.d.	n.d.	1.350.000	n.d.
Salmón	Fco. Rey Méndez	1950	470.482	2.233.695	1.763.213	474,8
Manin	José López Merallo	1950	150.000	1.415.681	1.265.681	943,8
Tritonia	José López Merallo	1950	352.539	1.638.298	1.285.759	464,7
Angelita	Fco. Lariño Varela	1951	1.500.000	3.133.457	1.633.457	208,9
Tito	José Docampo Prada	1951	830.000	1.877.454	1.047.454	226,2
Sta. María	José Docampo Prada	1951	750.000	2.006.166	1.256.166	267,5
Denis	Dionisio Tejero Pérez	1953	300.000	1.528.007	1.228.007	509,3
J. Ignacio	Pesquerías González	1953	n.d.	n.d.	1.381.999	n.d.
Sta. Rosa	Pesquerías González	1954	n.d.	n.d.	2.358.963	

Fuente: Sinde (2000: 110).

La introducción de una nueva tecnología que implica grandes transformaciones en las plantas industriales (en rediseño organizativo, sustitución de equipos productivos, etc.), dentro de empresas ya en funcionamiento sufre retrasos derivados de la necesidad de las empresas de amortizar las inversiones anteriores, con lo cual sólo adoptarán la innovación una vez se hayan depreciado las instalaciones antiguas²³. Los armadores que dispusieran de buques de vapor en funcionamiento, dada la baja complementariedad de la nueva tecnología para aprovechar parte de las inversiones realizadas, no se plantearían la opción de cambio hasta que el buque antiguo fuese desguazado; sólo los armadores que construyesen buques nuevos podían realmente escoger entre ambas opciones tecnológicas sin tener en cuenta lo anterior. Si tenemos en cuenta los buques construidos en cada período podemos obtener los usuarios nuevos que incorporan una u otra tecnología y realizar el análisis en base a frecuencias y no a datos acumulados. A partir de 1943, salvo en el período 1946-1949, la opción del diesel fue la escogida por la mayoría de los armadores (Gráfico 5).

²³ La sustitución del vapor por la energía eléctrica en la industria se vio frenada porque las empresas en funcionamiento sólo adoptaron la nueva energía una vez que se depreciaron las plantas existentes (ROSENBERG, 1995).

En 1953 se dejan de construir buques con motores alternos que consumiesen carbón. Coincidiendo con la caída del carbón se va a producir la gran ascensión del diesel, que se consolidará en los años sesenta. Esta situación vino motivada por:

a) La reducción de la incertidumbre sobre plazos de entrega y disponibilidad de inputs, ya que a partir de 1950 se nacionaliza la industria del motor diesel.

b) El diferencial de precios de los diferentes combustibles, que sólo hacían viable la opción de los motores alternos cuando éstos eran transformados para el consumo de fuel-oil. Dicha transformación permitía una reducción en los gastos de explotación y un incremento en la eficiencia del buque, derivada de una mayor capacidad de carga y potencias superiores. El incremento de las importaciones de petróleo a partir de 1950, junto con los precios desorbitados y escasez de oferta del carbón (Sudrià, 2001), llevarán al fin de los motores alternos consumidores de carbón.

CUADRO 5. CONSUMO MENSUAL DE COMBUSTIBLE SEGÚN TIPO DE EMBARCACIÓN, 1950

Tipo de barco	Consumo mensual	Coste (pesetas)
Barco motor (400 HP)	25/28 Tn Gas-oil	25.000
Barco vapor (400 HP)	140 Tn Fuel-oil	62.180
	270 Tn Carbón	100.000

Fuente: *Industrias Pesqueras*, nº 560, 15-Agosto-1950.

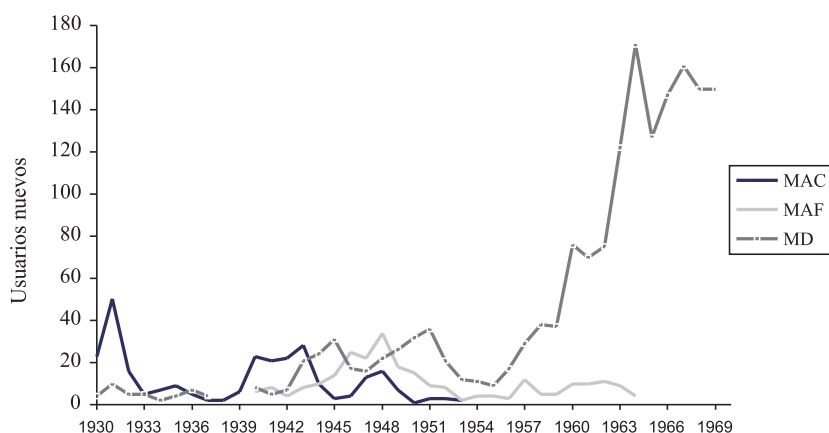
c) La sobreexplotación de los caladeros del Mar Céltico, que conllevaba un incremento considerable de incertidumbre sobre la oferta y a una caída de los rendimientos por calada. Dicha situación llevó a que las empresas que disponían de los buques de mayor capacidad y potencia se desplazasen a caladeros más alejados para incrementar sus rendimientos. No obstante, para la flota pesquera movida por carbón era inviable la alternativa de la expansión, por lo que se vio sometida a incrementos de los gastos de explotación (derivados del precio del carbón) y a descensos de los rendimientos, lo que llevó a «una agudísima crisis económica a la que no se ve salida»²⁴. Para estas empresas la única alternativa era la transformación al fuel-oil, siempre y cuando la unidad a transformar permitiese posteriormente amortizar el coste de la transformación o el paso al diesel.

Por otra parte, la política seguida por el gobierno benefició al sector pesquero a través de las leyes de crédito naval, que además también iban a repercutir en el sector

²⁴ *Industrias Pesqueras*, 562, 15-Septiembre-1950, p.15.

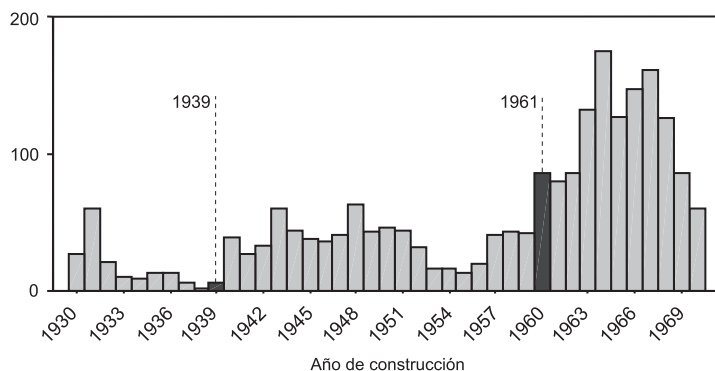
de construcción naval. Su nivel de producción estaría hasta la década de los setenta vinculado a la demanda de nuevas unidades realizadas por los armadores, que no era independiente de la política de crédito (Giráldez, 2005). Podemos constatar el incremento que se produce en las construcciones tras la promulgación de las leyes de crédito naval de 1939 y 1961. La disponibilidad de «créditos baratos» guarda una correlación positiva con la decisión de construir nuevas unidades pesqueras. Las renovaciones más importantes de la flota tienen lugar en la década de los cuarenta y los sesenta, coincidiendo con la promulgación de las leyes de crédito naval de 1939 y 1961.

GRÁFICO 5. TIPO DE PROPULSIÓN Y COMBUSTIBLE EMPLEADO EN LAS NUEVAS CONSTRUCCIONES EN ESPAÑA



MAC: Motor alternativo de carbón; MAF: Motor alternativo de fuel-oil; MD: Motor diesel.
Fuente: Elaboración propia a partir de las LOB.

GRÁFICO 6. BUQUES CONSTRUIDOS EN 1930-1970 EN ESPAÑA



Fuente: Elaboración propia a partir de las LOB.

4. EL MATERIAL EMPLEADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CASCO: EL PASO DE LA MADERA AL ACERO COMO VÍA PARA INCREMENTAR EL TAMAÑO DEL BUQUE

La madera fue el material empleado en la construcción de embarcaciones desde la antigüedad, debido a su ligereza, flotabilidad, abundancia en la naturaleza y facilidad con que puede ser trabajada; sólo con el gran adelanto de la siderurgia en el siglo XIX se dispuso de materiales sustitutivos, principalmente acero. El acero se impuso a la madera en la construcción naval porque posibilitaba la fabricación de buques de mayores dimensiones y una mayor carga de tonelaje en igualdad de dimensiones (Guerrero, 1974:100). A la hora de decidir el material empleado para la construcción de un buque, el armador tendría en cuenta²⁵: 1) el precio final del buque, 2) el plazo de entrega, 3) la calidad final, 4) la duración del buque, 5) los costes de mantenimiento, y 6) la posibilidad de realizar transformaciones posteriores. En función de la época y del país las valoraciones iban a ser diferentes.

A principios de los años setenta se introducen en la construcción del casco nuevos materiales; en 1972, el astillero Centromor de Polonia construye el primer buque de fibra sintética²⁶, y ese mismo año el astillero Desco St. Agustina, de Florida, el primero de fibra de vidrio. El coste de los buques que empleaban los nuevos materiales competía con el de los que usaban acero²⁷, proporcionando unas prestaciones superiores al acero en duración y costes de mantenimiento.

El acero hizo su aparición en el sector pesquero español a finales del siglo XIX con la adquisición de los primeros bous de arrastre -buques de más de 100 TRB, inexistentes en la flota española hasta ese momento-, que llevaron al nacimiento de la pesca de altura y a una ruptura respecto a la pesca tradicional. Estas primeras unidades fueron compradas por empresas españolas en astilleros o empresas pesqueras extranjeras, principalmente en Inglaterra. Así empezó a desarrollarse un nuevo tipo de pesca, con una flota cuyas características nada tenían que ver con la existente hasta entonces. Este cambio afectó igualmente al concepto de empresa pesquera, tanto en términos de gestión y necesidades financieras, como desde el punto de vista del tipo y destino de los productos finales, con la expansión de los mercados de pescado fresco.

La difusión del acero en la flota pesquera española sigue una trayectoria atípica, ya que en los años iniciales el porcentaje de usuarios, tanto por número de buques como por TRB total, de esta opción tecnológica era superior al que se registra en las décadas siguientes (Gráfico 7)²⁸.

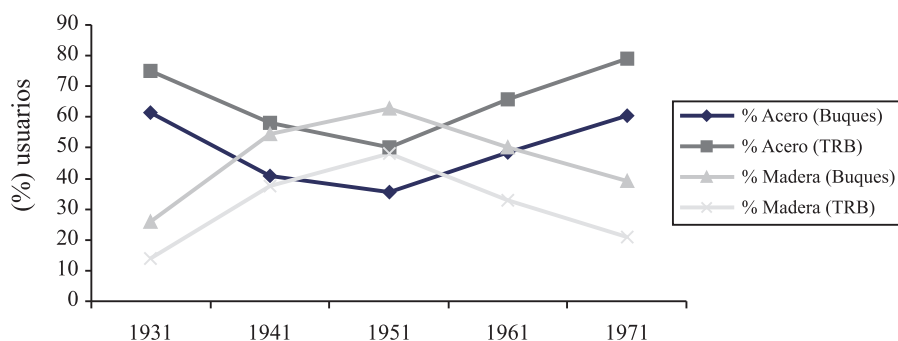
²⁵ *Industrias Pesqueras*, 1 de abril de 1972.

²⁶ El buque polaco sería presentado en Vigo en la VI World Fishing Exhibition, *Industrias Pesqueras*, 15 de abril de 1972.

²⁷ El precio final del buque construido por Desco St. Agustine era de 110.000 dólares, cuando una embarcación similar construida en acero alcanzaba los 120.000 dólares, *Industrias Pesqueras*, 15 de abril de 1972.

²⁸ Difusión atípica en dos sentidos: en lo que respecta a la trayectoria de difusión dentro de la teoría económica, y a la utilización de ambos materiales en el resto de flotas europeas, donde la presencia del acero era mayoritaria.

GRÁFICO 7. DISTRIBUCIÓN DE LOS USUARIOS DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS



Fuente: Elaboración propia a partir de las LOB.

En 1931 un 74 por cien de los buques y un 82,9 por cien del TRB total del sector disponían de casco de acero, pasando en 1941 a un 45,3 por cien y a un 62,2 por cien, y en 1951 a un 37,4 por cien y un 52 por cien, respectivamente. Será a partir de éste último año cuando el acero empiece a incrementar, nuevamente, su presencia en la flota pesquera española de altura y gran altura, representando en 1971 un 61 por cien de las unidades y un 79,2 por cien del TRB total²⁹.

Esta «difusión atípica» se explica porque las primeras unidades de la flota fueron importadas en su totalidad, principalmente de Inglaterra, donde la construcción naval trabajaba básicamente con el acero. En España los primeros astilleros especializados en construcciones pesqueras de más de 100 TRB tienen su origen en las antiguas «carpinterías de ribera», al reorientar éstas su producción al nuevo negocio³⁰; y éstos trabajaban principalmente con la madera, por la experiencia en el empleo de este material para embarcaciones de menor porte³¹. Este cambio en la producción se hizo más intenso a partir de 1925, con la publicación del Decreto que subvencionaba la construcción de pesqueros de más de 100 TRB, que hizo que las construcciones españolas pudiesen competir con las extranjeras, sobre todo tras la Guerra Civil con el cierre de las importaciones debido al comienzo del período autárquico. Este cambio en la oferta explica que hasta los años cincuenta la madera incremente su participación en la flota pesquera española de más de 100 TRB a medida que fueron aumentando su cuota de mercado

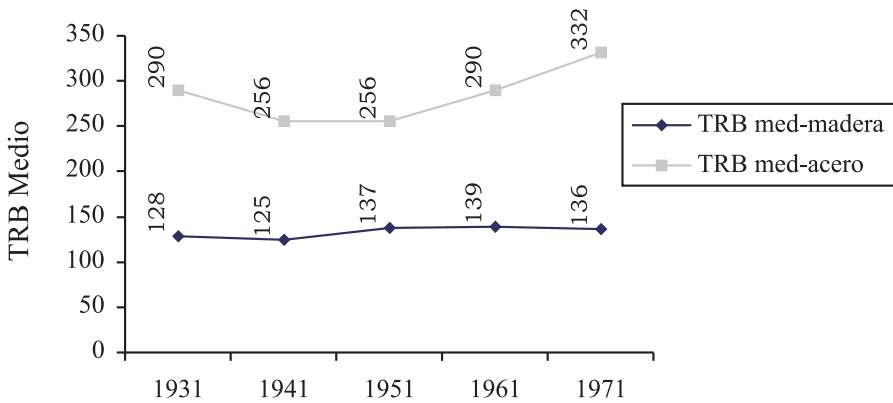
²⁹ Dentro de los buques de acero incluimos aquellos con casco de hierro, que representaban porcentajes muy pequeños como para incluirlos en una categoría independiente.

³⁰ «Al poco tiempo [de incorporarse a la flota española los primeros arrastreros de vapor] comenzaron a improvisarse astilleros en los «peiraos» y las rampas disponibles. Los carpinteros de ribera se dieron afanosamente a labrar cascos mayores, al mismo tiempo que se encargaban en Glasgow máquinas y calderas para el equipamiento de las nuevas unidades» (PAZ, 1958: 15).

³¹ Los grandes astilleros nacionales que construían buques destinados a la Marina Mercante o de Guerra, no mostraron interés alguno en este nuevo segmento de mercado (SINDE *et al.*, 2002).

los astilleros nacionales. A partir de la década de los treinta, coincidiendo con la reducción de las importaciones de buques extranjeros y el despegue de la construcción naval española especializada en pesqueros de altura, la madera se impuso al acero en número de unidades construidas hasta la década de los sesenta y en TRB total construido hasta finales de la década de los cuarenta. Esta diferencia temporal según el indicador empleado –número de unidades o TRB total- se debe a que las unidades construidas en acero eran aquellas de mayor tonelaje. Si el TRB medio de una construcción de madera variaba entre 125-139 TRB, el de una de acero se situaba entre 256-332 (Gráfico 8).

GRÁFICO 8. RELACIÓN ENTRE EL TAMAÑO DEL BUQUE Y MATERIAL EMPLEADO EN SU CONSTRUCCIÓN



Fuente: Elaboración propia a partir de las LOB

4.1. 1931-1951: El resurgir de la madera

La madera cobra protagonismo en la construcción naval de pesqueros a partir de principios de los años treinta y hasta finales de los cuarenta. Entre los factores que justifican este incremento de la madera en la flota española destacaríamos: 1) en los años iniciales, la tradición del segmento de astilleros que se especializan en la construcción de pesqueros de más de 100TRB en el empleo de la madera para la elaboración de cascos; 2) esta situación se prolongará, principalmente, por las dificultades de abastecimiento tras la Guerra Civil³². Al igual que ocurría con la obtención de motores, el abastecimiento de acero no siempre estaba asegurado, lo que podía retrasar extraordinariamente el plazo de entrega e incrementar el precio final del buque. Ante esta situación, y dado que las empresas que se dedicaban al arrastre en aguas interme-

³² En muchas ocasiones la falta de acero obligaba a la interrupción del proceso productivo en los astilleros españoles, con los consiguientes retrasos en la entrega de las nuevas unidades. La bacaladera PEBSA, constituida en 1938, no podría poner en explotación sus primeros barcos hasta 1947 por los retrasos sufridos en la entrega por la falta de material en los astilleros.

días, como los caladeros del Golfo de Vizcaya, Marruecos, Canarias y parte del Gran Sol, solventaban sus necesidades con embarcaciones de madera, para muchos armadores la opción de la madera se convertía en la más adecuada, ya que la opción acero implicaba un mayor coste y una mayor incertidumbre en el plazo de entrega.

CUADRO 6. PRECIO DE LAS CONSTRUCCIONES DE MADERA Y ACERO, 1942-1953 (PTAS. CORRIENTES)

	Precio tonelada de madera	Precio tonelada de acero
1942	2.500	4.500
1953	16.000	27.000
Incremento (%)	6,4	6

Fuente: Paz (1954: 36).

4.2. 1951-1971: El lento avance del acero

La presencia de acero en la flota española se reduce hasta principios de la década de los cincuenta, momento a partir del cual se incrementa progresivamente. Este cambio de tendencia debe ligarse al incremento en el número de unidades de mayor tamaño, que se precisaban para los desplazamientos a caladeros más alejados de los puertos de origen. Recordemos que en el período 1947-1948 la sobreexplotación de los caladeros del Mar Céltico hace que el rendimiento de los barcos destinados a esa zona se reduzca, lo que provoca el desplazamiento masivo de la flota de mayor porte a los caladeros de Terranova. Se hizo preciso disponer de embarcaciones de mayor tonelaje, debido a que los costes de desplazamiento a las zonas de pesca eran más elevados tanto más alejado estuviese el caladero, por lo que la empresa debía incrementar su nivel de ingresos capturando y transportando una mayor cantidad de producto en cada calada, y los buques de menos tonelaje no podían competir con los de mayor capacidad. Si tenemos en cuenta que la madera no era adecuada para la construcción de pesqueros de más de 250 TRB, a medida que se incrementa la demanda de buques de mayor tonelaje cobra mayor presencia el acero.

A medida que la flota se va desplazando hacia caladeros más alejados se da un incremento paralelo en la construcción de barcos de mayor tonelaje y una mayor presencia del acero como material para la elaboración de los cascos. La década de los cuarenta es la más dinámica en lo que respecta a construcción de pesqueros de gran tamaño, entre otras razones por la consolidación de la pesca en el mar Céltico y el desarrollo de la pesca del bacalao, la construcción de la mayor parte de la flota de las tres grandes empresas bacaladeras nacionales³³, la promulgación de las leyes de Crédito Naval y de

³³ PYSBE (Pesquerías y Secaderos de Bacalao de España), se constituyó en 1927 en Pasajes (Guipúzcoa); PEBSA (Pesquerías Españolas de Bacalao S.A.), se constituye en Madrid en 1938, pero operaba desde el puerto de A Coruña, donde tenía matriculada toda su flota y donde posteriormente instalaría su factoría de transformación; COPIBA (Compañía de Pesca e Industrias del

Protección y Reconstrucción de la Industrial Nacional en 1939³⁴. En la sustitución del acero por la madera no sólo incidieron factores técnicos, sino también económicos e institucionales, derivados de la mayor posibilidad de obtener financiación pública «barata» cuando se construían buques de mayor TRB, y de la necesidad de incrementar los ingresos por calada a medida que esta tenía lugar en caladeros más distantes.

CUADRO 7. TIPO DE MATERIAL EMPLEADO SEGÚN TONELAJE DEL BUQUE

	Madera	Acero	Madera	Acero	Madera	Acero	Madera	Acero	Madera	Acero
100-250 TRB	41	47	175	81	436	190	466	317	720	705
251-500 TRB		44		42		33		94		272
501-1000 TRB				1		5		6		77
>1000 TRB		6		7		15		31		62
TOTAL	41	97	175	131	436	243	466	448	720	1.116
Nº Buques (%)	29,7	70,3	57,2	42,8	64,2	35,8	51	49	39,2	60,8
TRB										
	Madera	Acero	Madera	Acero	Madera	Acero	Madera	Acero	Madera	Acero
100-250 TRB	6.445	8.135	21.841	12.043	60.122	29.062	64.974	54.989	97.979	129.317
251-500 TRB		12.784		12.300		9.634		29.429		95.381
501-1000 TRB				828		4.393		4.915		54.891
>1000 TRB		12.784		8.576		19.459		40.956		91.534
TOTAL	6.445	33.793	21.841	33.747	60.122	62.548	64.974	130.289	97.979	371.129
TRB total (%)	16	84	39,3	60,7	49	51	33,3	66,7	20,9	79,1

Nota: Los porcentajes sobre el total construido en el año de referencia.

Fuente: Elaboración propia a partir de las LOB.

4.3. Madera y acero ¿dos tecnologías en competencia?

El acero se había impuesto en la flota de altura y gran altura a la madera en TRB construida a principios de los años cincuenta, y en número de embarcaciones a principios de los sesenta. Sin embargo, este resultado esconde dos realidades totalmente diferentes, si diferenciamos entre buques de menos de 250 TRB, en 1971 el número de buques construidos en madera era similar al construido en acero, y en cuanto a TRB total la superioridad del acero era más bien escasa (57 por cien).

Bacalao S.A.) se constituyó en 1940 y tenía su centro de operaciones en Chapela (Vigo), en el lugar que hoy ocupa PESCANOVA.

³⁴ Con estas leyes los armadores podían disponer de créditos que llegaban a cubrir el 100% del valor del buque a construir y con un plazo de devolución de hasta 20 años, todo ello con un interés del 2% (OGEA Y BALSEYRO, 1944:291-292). Dichas leyes primaban las solicitudes de créditos para la construcción de embarcaciones de más de 100 TRB.

Las diferencias registradas diferenciando la flota de menos de 250 TRB del total se deben a que no era posible construir cascos de madera para buques de tonelaje superior al señalado. El Cuadro 7, que recoge la participación de ambos materiales en construcción de buques diferenciando por su tamaño, muestra que en ningún caso se utilizó la madera para la construcción de buques de más 250 TRB. Aunque nos encontramos ante dos tecnologías en competencia, ésta se daba en realidad entre los buques de determinado TRB, ya que los construidos con madera no superaban las 250 TRB, por lo que a partir de dicho tonelaje sólo cabía una opción tecnológica: el acero.

CUADRO 8. DISTRIBUCIÓN DE LOS USUARIOS DE LAS DIFERENTES OPCIONES TECNOLÓGICAS (EN %)

	1931	1941	1951	1961	1971
Sobre el total de número de buques del sector					
Madera	26	54,7	62,6	50	39
Acero	74	45,3	37,4	50	61
Sobre el total de número de buques <250 TRB					
Madera	46,6	68,4	69,6	59,5	50,5
Acero	53,4	31,6	30,4	40,5	49,5
Sobre el TRB total del sector					
Madera	17,1	37,8	48	32,8	20,8
Acero	82,9	62,2	52	67,2	79,2
Sobre el TRB total del sector para buques <250 TRB					
Madera	44,2	64,5	67,4	54,2	43
Acero	55,8	35,5	32,6	45,8	57

Fuente: Elaboración propia a partir de las LOB.

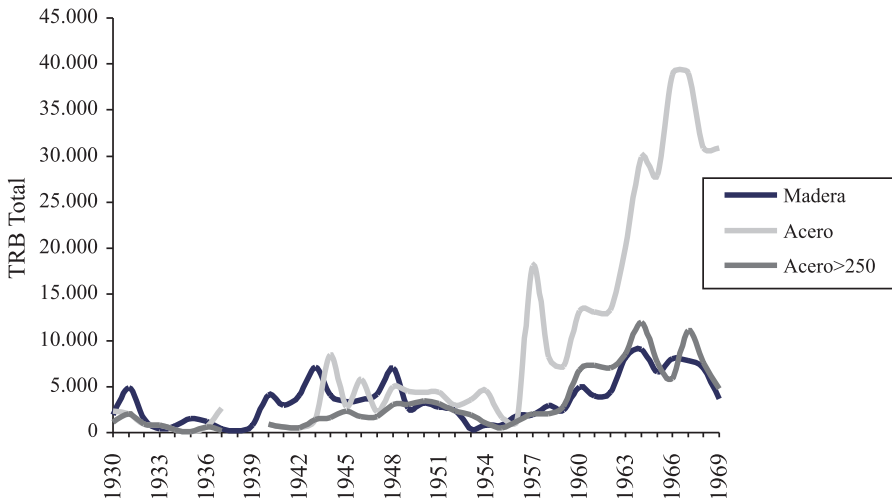
Las conclusiones son similares si tenemos en cuenta las nuevas construcciones, o usuarios nuevos en cada momento (Gráfico 9). Considerando los buques construidos a partir de 1930 y 1971 comprobamos que las construcciones en acero superan ampliamente a la madera a partir de 1958, sin embargo, restringiendo el análisis a los buques con un tonelaje de entre 100 y 250 TRB, ninguna de las alternativas se impuso con claridad.

Si sólo se tienen en cuenta factores técnicos, el acero ofrecía mayores prestaciones frente a la madera (menores costes de mantenimiento, mayor resistencia, duración, capacidad, etc.) y su mayor coste era amortizado en aquellas embarcaciones que iban a faenar en caladeros muy alejados³⁵, algo que no sucedía en el caso de los buques des-

³⁵ REBOLLO Y AMANN (1967: 62) sostienen que «un buque que deba hacer mareas de gran duración y, por tanto, deba estar muy aprovechado, precisa ser de acero, pues el mayor coste se compensa sobradamente con un incremento en las capacidades».

tinados a faenar en caladeros más próximos donde la madera solventaba sus necesidades a un menor coste. El acero sólo se impone en la flota de gran altura –de más de 250 TRB– por la imposibilidad de emplear la madera los buques, debido a que requerían de un mayor tonelaje, pero convive con la madera durante todo el período sin mostrar superioridad en cuanto a número adoptantes. A comienzos de los setenta, y sin haberse desmarcado como tecnología superior para construcción de cascos de 100-250TRB, se introducen en el sector nuevas alternativas, como eran los cascos de fibra de vidrio y fibra sintética.

GRÁFICO 9. TIPO DE MATERIAL EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE BUQUES PESQUEROS (> 100 TRB)



Fuente: Elaboración propia a partir de las LOB.

5. SISTEMAS DE DETECCIÓN DE BANCOS: ECOSONDA

Debemos señalar la importancia que tuvieron los detectores ultrasonoros como método de detección y localización de los bancos pesqueros, ya que implicó la sustitución del factor humano por los nuevos artilugios electrónicos. Hasta ese momento la función de localizar los bancos de pesca recaía en el patrón de pesca, que sin ningún medio, salvo su experiencia e intuición, decidía dónde largar el aparejo, con lo cual la productividad del barco dependía de forma directa de la capacidad del patrón. Con la adaptación de las innovaciones electrónicas a la actividad pesquera, éste iba a contar con más medios a la hora de tomar sus decisiones, al tiempo que vería como cada vez era menor su protagonismo en el proceso productivo pesquero.

En la década de los cincuenta esta aplicación de los adelantos electrónicos al ámbito pesquero se hizo más intensa. En un primer momento se produjo un gran desarrollo de los aparatos de detección vertical, entre los que destacaba la ecosonda, que disponía de un oscilador mediante el cual se lanzaban ondas ultrasonoras, que eran devueltas como ondas reflejadas por los peces, fondo o cualquier obstáculo que encontrasen en su camino, para, una vez recogidos y amplificados estos ecos fuesen registrados; bien mediante una pantalla de rayos catódicos para observación óptica, o bien sobre papel sensible (electrolito)³⁶. La utilidad de este artificio en un primer momento era la de mostrar el relieve de los fondos submarinos, sin embargo, por azar se comprobó la posibilidad de detectar también los bancos de pescado³⁷. Este descubrimiento llevó a su adopción masiva por parte de los armadores pesqueros.

El 27 de enero de 1930 se instala la primera sonda en la flota pesquera española, a bordo del CANTÁBRICAS 2, de la empresa Pesquerías Cantábricas S.A. La adopción por parte de la flota se intensificaría a partir de mediados de la década de los treinta, tras el descubrimiento de su utilidad para la detección de bancos de pescado³⁸, registrando una gran expansión durante los años cuarenta, que acabó por consolidarse a principios de los cincuenta, cuando sólo un escaso diez por cien de las embarcaciones pesqueras españolas declaraban no disponer de este artificio³⁹.

La difusión de esta tecnología dentro del sector fue mucho más rápida que la registrada en el caso del diesel o del acero, debido a tres razones: 1) era compatible con las tecnologías usadas, la incorporación de la sonda no implica la necesidad de someter el buque a transformación alguna, ni a la compra de una nueva unidad; 2) su coste era inferior al de un motor o construir un buque de acero, de hecho se registraba en la cuenta de pérdidas y ganancias como un gasto más; y 3) no competía con ninguna tecnología antigua, ya que la adopción de la sonda implicaba la sustitución del hombre por la máquina. De tal modo que si hasta ese momento la localización de bancos y la decisión de largar el aparejo dependía de la experiencia del patrón de pesca, a partir de la incorporación de esta nueva tecnología dicha decisión se tomaba en base a la nueva fuente de información.

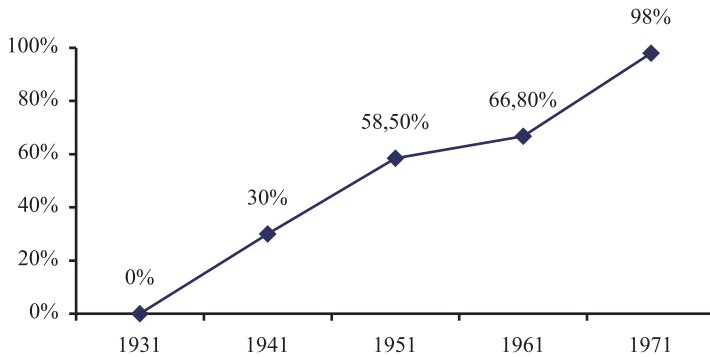
³⁶ Industrias Pesqueras, 15 de mayo de 1962, pp. 168-171.

³⁷ En 1933 los barcos «Norway» y «Violet and Rose» descubrieron la posibilidad de detectar bancos de peces con ayuda de la ecosonda. Industrias Pesqueras, 1 de Junio de 1960. De esta forma aunque en un principio sirvió de elemento auxiliar en la navegación, posteriormente su función principal pasó a ser la de localización de bancos de peces. Industrias Pesqueras, 1 de Agosto de 1972.

³⁸ En un principio la sonda era utilizada para la navegación, el descubrimiento de su utilidad en la actividad pesquera tuvo lugar en 1933.

³⁹ En el caso de la sonda, se hace referencia a los barcos en los que se declara que no poseen sonda, dado que en muchos casos, en aquellos en los que se trata de un barco que pesca en pareja con otro, sólo aparece computada en uno de ellos. Así, cuando tomamos la cifra de los que si declaran tener sonda, ésta cifra sería superior si se tiene en cuenta el hecho anterior.

GRÁFICO 10. ADOPCIÓN DE LA SONDA POR LA FLOTA PESQUERA ESPAÑOLA (EN %)



Fuente: Elaboración propia a partir de las LOB

6. CONCLUSIONES

El proceso de difusión de nuevas tecnologías en el sector pesquero español de altura y gran altura, durante el período 1931-1971, estuvo condicionado por factores relacionados con la oferta, con la demanda, con las características de la innovación y con el entorno en el cual se producía la difusión, cuya importancia varió con cada innovación.

Los factores relacionados con la oferta, en el caso del acero y del diesel frenaron la difusión de las nuevas tecnologías, pero no en el caso de la sonda. El incumplimiento de los plazos de entrega de los buques y la no existencia de un precio final establecido a priori llevó a que en ocasiones los armadores optasen por la tecnología antigua. La dificultad con la que se encontraban los astilleros para abastecerse de determinadas materias primas, caso del acero, hizo inviable en determinadas fechas que el armador pudiese acceder a la tecnología considerada superior. En otras ocasiones la falta de experiencia del astillero en la fabricación llevó a que se optase por la opción tradicional, en este sentido, el regreso a la madera a medida que incrementaban su cuota de mercado los astilleros nacionales se explica por la falta de experiencia en la fabricación de buques con casco de acero, agravada tras la Guerra Civil con la baja disponibilidad de este input.

En cuanto a los factores relacionados con la demanda cabe señalar la fuerte influencia positiva que ejerció la incertidumbre sobre la oferta, no sobre la demanda (que dada la política autárquica estaba garantizada). Dicha incertidumbre sobre la oferta se producía cuando se agotaban los caladeros tradicionales, con la consecuente caída en los rendimientos, ya que las empresas no podían garantizar una producción mínima. Ante tal situación las empresas tenían dos alternativas: acceder a nuevos recursos y/o incrementar la eficiencia del proceso extractivo. Tanto en un caso como en el otro se hacían precisos cambios técnicos que permitiesen alcanzar uno (o los dos) objetivos. Así, en el primer caso, para poder pescar más lejos (acceder a caladeros más alejados

y no sobreexplotados), se requería de buques de mayor tamaño, lo que a su vez precisaba de cascos de acero y de motores diesel. Para pescar más intensiva y eficientemente, la adopción del diesel implicaba una mayor tracción del buque, lo que redundaba positivamente en el rendimiento del aparejo; el rendimiento del lance también podía ser incrementado con el uso de la sonda. Sin embargo, la adopción y difusión del diesel se vio frenada por la falta de personal cualificado que garantizase las reparaciones y mantenimiento de los motores.

En lo que respecta a las características de la innovación, el coste incidió de forma favorable en el caso de la sonda, pero no así en el caso del acero y el diesel, para los que el diferencial de coste respecto a la tecnología antigua hacía que la ventaja relativa de éstos, en términos de rentabilidad, se viese mermada. No obstante, cabe señalar el papel jugado por el precio del combustible. El nivel de complejidad actuó de forma negativa en el caso del diesel, mientras que en el caso del acero o de la sonda, con niveles de complejidad en su uso incidían de forma positiva en la difusión. El grado de compatibilidad con el conjunto de activos de los que disponía la empresa frenó la difusión del acero y del diesel, ya que implicaba la sustitución automática del casco o motor antiguo, decisión que la empresa retrasaría hasta que hubiese amortizado totalmente el buque antiguo. En el caso de la sonda no existía incompatibilidad alguna.

En lo que respecta a los factores que denominamos del entorno, el análisis de la sustitución tecnológica nos lleva a conclusiones bien diferentes. En el caso del acero sólo llegó a imponerse a la madera durante todo el período de estudio en los buques de más de 250 TRB ante la imposibilidad de usar la madera en la elaboración de casco de ese tamaño; sin embargo, en el segmento de 100-250 TRB, en el que realmente se produjo la competencia tecnológica, el acero no llegó a sustituir a la madera. En el caso del diesel, su difusión se retrasó ante las mejoras introducidas en los motores alternos (adaptación para el consumo de fuel-oil). No obstante, éstos motores sólo pudieron competir con el diesel a finales de la década de los cuarenta y durante los cincuenta, en gran parte debido a su mayor nivel de complementariedad con el buque en funcionamiento, y por tanto, al permitir una mejora mientras éste no era amortizado totalmente. La sonda, la tecnología de más rápida difusión en el sector, no competía con ninguna tecnología antigua, sino que venía a complementar la valoración de las mejores áreas para lanzar el aparejo, que hasta ese momento dependía del factor humano.

Por último, hay que señalar el papel desempeñado por el Estado, a través de las leyes de Crédito Naval y la política seguida para el sector pesquero, que en muchos casos facilitó la financiación necesaria para poder acometer nuevas construcciones e incidió en la opción tecnológica escogida por el armador.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo forma parte del proyecto «Economía de la organización y contratos empresariales» (SEJ2005-0387/ECON) financiado por el M.E.C. Una primera versión fue presentada en el VIII Congreso de la Asociación de Historia Económica (Santiago,

2005). Agradecemos las sugerencias de los participantes en la sesión B6 «Instituciones y empresas en las industrias marítimas», coordinada por Jesús Giráldez y Ernesto López Losa, así como las de los revisores anónimos. Unas y otras han contribuido a mejorar el texto original.

REFERENCIAS

- ACHESON, J.M. Y REDIMAN, R. (1982): «Technical innovation in the New England Fishing industry. An examination of the Downs and Mohr Hypothesis», *American Ethnologist*, 9, 3, pp. 538-558.
- ANDERSSON, B. (1996): «Fisheries in Western Sweden c1695-1950. A short historical, bibliographical and statistical survey», en HOLM, P.; STARKEY, D.J. Y THÖR, J. (eds): *The North Atlantic Fisheries, 1100-1976. National perspectives on a common resource*, Esbjerg: Studia Atlantica, pp. 169-206.
- BAARTZ, R. (1991): *Entwicklung und strukturwandel der deutschen hochseefischerie unter besonderer berücksichtigung ihrer bedeutung für Siedlung, Wirtschaft and Verkehr Cuxhavens* [Desarrollo y cambio estructural en la pesca de gran altura alemana y su importancia para el establecimiento, la economía y el tráfico en Cuxhaven] Stuttgart: Franz Steiner.
- CHRISTENSEN, P. Y NIELSEN, A.R. (1996): «Norwegian Fisheries 1100-1971, main developments», en HOLM, P.; STARKEY, D.J. Y THÖR, J. (eds): *The North Atlantic Fisheries, 1100-1976. National perspectives on a common resource*, Esbjerg, Studia Atlantica, pp. 145-168.
- CUSHING, D.H. (1988): *The provident sea*, Cambridge, Cambridge University Press.
- DAVIES, S. (1979): *The diffusion of process innovations*, Cambridge, Cambridge University Press.
- DEWEES, C.M. Y HAWKES, G.R. (1988): «Technical innovation in the Pacific Coast Trawler Fishery: The effects of fishermen's characteristics and perceptions of adoption behavior», *Human Organization*, 47, 3, pp. 224-234.
- DOSI, G. Y ORSENIGO, L. (1988): «Estructura industrial y cambio tecnológico», en HEERTJE, A. (ed.), *Innovación, tecnología, y finanzas*, Oxford, Basil Blackwell, pp. 14-38.
- FREEMAN, C. (1974): *The economics of industrial innovation*, Middlesex, Penguin Books.
- FREEMAN, C. (1988): «Difusión, la propagación de las nuevas tecnologías en las empresas, los sectores y las naciones», en HEERTJE, A. (ed.), *Innovación, tecnología y finanzas*, Oxford, Banco Europeo de Inversiones/Basil Blackwell, pp. 39-71.
- GATIGNON, H. Y ROBERTSON, T.S. (1989): «Technology diffusion: an empirical test of competitive effects», *Journal of Marketing*, 53, 1, pp. 35-49.
- GEROSLI, P.A. (2000): «Models of technology diffusion», *Research Policy*, 29, pp. 603-626.
- GIRÁLDEZ RIVERO, J. (1985): «Aproximaçom ao sector pesqueiro galego no primeiro terço do século XX», *Agalia*, monográfico nº 2, pp. 7-31.
- GIRÁLDEZ RIVERO, J. (1991): «Fuentes estadísticas y producción pesquera en España (1880-1936): una primera aproximación», *Revista de Historia Económica*, 9, 3, pp. 513-532.
- GIRÁLDEZ RIVERO, J. (1996): *Crecimiento y transformación del sector pesquero gallego, 1880-1936*, Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

- GIRÁLDEZ RIVERO, J. (2005): «El bulto y la sombra: la financiación del sector pesquero y la hipoteca naval (1900-1959)», *Actas del VIII Congreso de la Asociación de Historia Económica*, Santiago.
- GONZÁLEZ LLANOS Y CARUNCHO, J.M. (1953): «Tendencias actuales en la composición de las flotas mercantes y pesqueras», *Segunda Conferencia pronunciada en la Escuela de Guerra Naval*, Madrid. (pro. ms.)
- GRILICHES, Z. (1957): «Hybrid corn: an exploration in the economics of technical change», *Econometrica*, 48, pp. 501-522.
- GUERRERO GARCÍA, G. (1974): *Construcción naval y teoría del buque*, Madrid, Hijos de E. Minuesa.
- KARSHENAS, P.L. Y STONEMAN, P. (1993): «Rank, stock, order, and epidemic effects in the diffusion of new process technologies: an empirical model», *The RAND Journal of Economics*, 24, 4, pp. 503-528.
- LEVIN, S.G.; LEVIN, S.L. Y MEISEL, J.B. (1987): «A dynamic on analysis of the adoption of a new technology. The case of optical scanners», en *Review of Economics and Statistic*, 69, 1, pp. 12-17.
- LÓPEZ GARCÍA, S. Y VALDALISO, J.M. (1997): «Introducción: hacia una historia económica evolutiva», en López García, S. y Valdaliso, J.M. (1997) (Eds), *¿Que inventen ellos? Tecnología, empresa y cambio*, Madrid, Alianza Universidad, pp. 19-49.
- LÓPEZ LOSA, E. (1994): «Cambio técnico y conflicto en las pesquerías vascas: el vapor y el arrastre 1878-1936», *Actas del VII Simposio de Historia Económica*, Barcelona, pp. 65-86.
- LÓPEZ LOSA, E. (1997): «Recursos naturales, derechos de propiedad y cambio técnico. La difusión del arrastre a vapor en las pesquerías vascas, 1878-1936», en López García, S. y Valdaliso, J.M. (1997) (Eds), *¿Que inventen ellos? Tecnología, empresa y cambio*, Madrid, Alianza Universidad, pp. 157-209.
- MAÍZ ALKORTA, J.A. (1993): *El sector pesquero vizcaíno, 1800-1960. Análisis de la interacción de los elementos ambiental, extractivo y comercial en la pesquería*, Bilbao, Tesis Doctoral, Departamento de arte, geografía e historia, Universidad de Deusto.
- MANSFIELD, E. (1961): «Technical change and the rate of imitation», *Econometrica*, 29, 4, pp. 741-766.
- MANSFIELD, E. (1968): *Industrial research and technological innovation*, New York, Norton.
- MANSFIELD, E. (1989): «Industrial robots in Japan and the USA», *Research Policy*, 18, pp. 183-192.
- MANSFIELD, E. (1993): «The diffusion of flexible manufacturing systems in Japan, Europe and the United States», *Management Science*, 39, 2, pp. 149-159.
- METCALFE, S. (1992): «Difusión, inversión y proceso de cambio tecnológico», en Gómez Uranga, M., Sánchez Padrón, M. y Puerta, E. (comp.), *El cambio tecnológico hacia el nuevo milenio. Debates y nuevas teorías*, Barcelona, Icaria, pp. 211-248.
- MIRÁS ARAUJO, J. (2003): *La actividad pesquera en el puerto de A Coruña, 1914-1960. A Coruña: Instituto Universitario de Estudios Marítimos*, Universidade da Coruña.
- NAVAY Y SANZ, J.M. (1945): *Pesca marítima. Artes de pesca, embarcaciones, pesquerías, industrias*, Madrid, Instituto Social de la Marina.
- NORTON, J.A. Y BASS, F.M. (1987): «A diffusion theory model of adoption and substitution for successive generations of high-technology products», *Management Science*, 33, 9, pp. 1.069-1.086.

- OCAMPO SUÁREZ-VALDÉS, J. (2002): «Cambio técnico e industrialización pesquera en Asturias: 1880-1930», *Revista de Historia Agraria*, 28, pp. 69-90.
- OGEA PORTA, P. Y BALSEYRO, F. (1944): *La Marina y el crédito naval. Estudio económico, histórico y de legislación financiera*, Madrid, Morata.
- OSTER, S. (1982): «The diffusion of innovation among steel firms: the basic oxygen furnace», *The Bell Journal of Economics*, 13, pp. 45-56.
- PAVITT, K. (1984): «Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory», *Research Policy*, 13, pp. 343-373.
- PAZ ANDRADE, V. (1954): *Producciones y fluctuaciones pesqueras*, Madrid, UNESA.
- PAZ ANDRADE, V. (1958): *Sistema económico de la pesca en Galicia*, A Coruña, Citania.
- QUIROGA, D. (1961): *La pesca de arrastre en Galicia y sus problemas*, Vigo, Galaxia.
- QUIROGA, D. (1968): *Política pesquera española: la pesca de la merluza con nudo gordiano*, Vigo, Galaxia.
- RAUNIYAR, G.P. (1998): «Adoption of management and technological practices by fishpond operators in Nepal», *Aquaculture Economics and Management*, 2, 3, pp. 89-99.
- REBOLLO, F. Y AMANN, R. (1967): «Evolución de los buques de pesca de superficie en España», *Información Comercial Española*, 411, pp. 61-80.
- ROBINSON, R. (2000): «Steam power and distant-water trawling», en STARKEY, D.J.; REID, C. Y ASHCROFT, N. (eds), *England's sea fisheries. The commercial sea fisheries of England and Wales since 1300*, London, Chatham Publishing, pp. 206-216.
- ROGERS, E.M. (1995) [1962]: *Diffusion of innovations*, New York, The Free Press.
- ROMEO, A.A. (1977): «The rate of imitation of a capital embodied process innovation», *Economica*, 44, 173, pp. 63-69.
- ROSENBERG, N. (1972): «Factors affecting the diffusion of technology», *Exploration Economic History*, 10, 1, pp. 1-33.
- ROSENBERG, N. (1982): *Inside the black box: technology and economics*, Cambridge, Cambridge University Press.
- ROSENBERG, N. (1995): «Innovation's uncertain terrain», *The McKinsey Quarterly*, 3, pp. 171-185.
- ROSENBERG, G. (1996) [1980]: *The economics of production and innovation. An industrial perspective*, Oxford, Butterworth-Heineman.
- SAHRHAGE, D. Y LUNDBECK, J. (1992): *A history of fishing*, Germany: Springer-Verlag.
- SANTOS RODRÍGUEZ, L. Y NÚÑEZ BASAÑEZ, J.F. (1994): *Fundamentos de pesca*, Madrid, Fondo Editorial de Ingeniería Naval, Colegio Oficial de Ingenieros Navales.
- SARKAR, J. (1998): «Technological diffusion: alternative theories and historical evidence», *Journal of Economics Survey*, 12, 2, pp. 131-171.
- SINDE CANTORNA, A.I. (2000): *Estrategias de crecimiento y formas de integración en la empresas pesquera gallega: 1900-1960*, Madrid, Fundación Empresa Pública.
- SINDE CANTORNA, A.I.; FERNÁNDEZ VÁZQUEZ, M.T. Y DIEGUEZ CASTRILLÓN, M.I. (2002): «El proceso de difusión tecnológica en la pesca de altura del Norte de España», *Revista de Historia Agraria*, 28, pp. 113-136.
- SINHA, R.K. Y CHANDRASKEKARAN, M. (1992): «A split hazard model for analyzing the diffusion of innovations», *Journal of Marketing Research*, 29, 2, pp. 116-127.
- SQUIRES, D. (1987): «Public regulation and the structure of production in multiproduct industries: an application to the New England otter trawl industry», *The Rand Journal of Economics*, 18, 2, pp. 232-247.

- STONEMAN, P. (2002): *The economics of technological diffusion*, Oxford, Blackwell-Publishers.
- STONEMAN, P. E IRELAND, N.J. (1983): «The role of supply factors in the diffusion of new process technology», *The Economic Journal*, 93, Supplement: Conference Papers, pp. 66-78.
- SUDRIÀ, C. (2001): «La economía española bajo el primer franquismo: la energía», *Actas del VII Congreso de la Asociación de Historia Económica*, Zaragoza, pp. 1-29.
- TIDD, J.; BESSANT, J. Y PAVITT, K. (1997): *Managing innovation. Integrating technological, market and organizational change*, Sussex, Wiley.
- TODD, D. (1985): *The world shipbuilding industry*, New York, St. Martin's Press.
- VALDALISO GAGO, J.M. (1991): *Los navieros vascos y la Marina Mercante en España: 1860-1935. Una historia económica*, Bilbao, IVAP.
- VEIGA, B. (1974): *A.R.C.O.M.A.R. 50 Aniversario (1923-1973)*, Cádiz, ARCOMAR.