

VIII CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN DE HISTORIA ECONÓMICA
Sesión 6. Instituciones y empresas en las industrias marítimas (siglos XVI-XX).
Santiago, 13-16 de septiembre de 2005.

Factores condicionantes de la difusión de nuevas tecnologías en el
sector pesquero español, 1931-1971.

Ana I. Sinde Cantorna (asinde@uvigo.es)
M^a Isabel Diéguez Castrillón (idiiguez@uvigo.es)
Ana I. Gueimonde Canto (anaguei@uvigo.es)
Universidad de Vigo

Abstract.

El proceso innovador llevado a cabo por las empresas pesqueras españolas durante el siglo XX se centró, básicamente, en la difusión de nuevas tecnologías que habían sido desarrollados por empresas de otros sectores. Las innovaciones surgidas afectaron, generalmente, al proceso productivo y fueron introducidas mediante la adquisición de maquinaria y otros inputs productivos, que eran comprados directamente en el mercado, con el objetivo de conseguir mayores niveles de productividad y/o una reducción de costes. Las empresas pesqueras podrían encuadrarse, según la tipología establecida por Pavitt (1984), dentro de los sectores dominado por proveedores, en los cuales los procesos de innovación se explican en función de los procesos de difusión de nuevas tecnologías.

La adopción de los motores diesel, del acero como material de construcción de cascos y la ecosonda como elemento de detección de bancos de pesca por parte de la flota pesquera española de altura y gran altura fueron innovaciones importantes incorporadas al sector durante el período 1931-1971. En este trabajo tratamos, por una parte, de establecer la pauta de difusión seguida por dichas innovaciones y, por otra parte, de analizar los factores condicionaron dichas trayectorias.

Palabras clave: Nuevas tecnologías, difusión, adopción, sector pesquero español.

Introducción.

El cambio técnico que experimentó el sector pesquero español desde finales del siglo pasado explica buena parte del incremento registrado por la producción pesquera 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 un nuevo escenario jurídico en cuanto a la ordenación de los recursos pesqueros, cuya principal consecuencia fue la de que “el mar dejase de ser libre”, tanto cuando hablamos del contexto mundial y comunitario, como cuando lo hacemos desde el nacional y autonómico. La actividad pesquera no se desarrollará a partir de ese momento bajo las mismas premisas en las cuales se llevó a cabo su gran expansión, y quizás responsables últimas de la situación actual de sobredimensionamiento de la flota pesquera. Los trabajos que existen sobre la temática del cambio técnico en el sector pesquero español, aunque sin ser el tema central de la investigación, 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 el analizar el proceso de difusión de los motores diesel, del acero y la ecosonda en el sector pesquero español, centrando nuestra investigación en la pesca de altura y gran altura², basada principalmente en el arrastre, por ser estos dos subsectores los que demostraron un mayor dinamismo durante este período y sobre los que descansa la industrialización del sector pesquero español.

1. 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 aquellos casos en los que la investigación se centre en

¹ Véanse por ejemplo los trabajos ya clásicos de Paz Andrade (1954 y 1958), Quiroga (1961 y 1968) o Giráldez (1985, 1991 y 1996), Maiz (1993), López Losa (1994 y 1997), Ocampo (2002), Sinde *et al.* (2002), etc. En estos trabajos, se aborda generalmente el estudio del sector pesquero utilizando cifras a nivel agregado y/o con un determinado ámbito geográfico (una comunidad autónoma, una provincia, un puerto en concreto, etc.), sin ser el cambio técnico a nivel microeconómico el tema central del estudio. A nivel internacional son escasos los trabajos que abordan la temática del cambio técnico en el sector pesquero, desde una perspectiva macroeconómica destacaríamos el de Baartz (1991), mientras que desde una perspectiva microeconómica los de Acheson y Reidman (1982), Dewees y Hawkes (1988), 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 La diferenciación entre pesca de altura, gran altura, litoral o de bajura, la hacemos siguiendo el Reglamento español de Servimar, capítulo V, regla I. En este se consideran cuatro tipos diferentes de pesca utilizando como variable para la clasificación, entre otras, el tonelaje de las unidades pesqueras, así, se engloba dentro del 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 aquellos buques que superan las 150-200 TRB y que ejercen la actividad pesquera sin limitación territorial alguna. La pesca de litoral englobaría a aquellas embarcaciones de menos de 20 TRB, mientras que en la pesca de bajura el tamaño de los buques no suele sobrepasar las 100 TRB. Santos y Núñez (1994: 112)

empresas situadas en sectores dominados por proveedores (Pavitt, 1984)³. En este tipo de firmas las innovaciones surgidas afectan, generalmente, al proceso productivo y son introducidas mediante la adquisición de maquinaria y otros inputs productivos (tecnología incorporada). Desde el punto de vista 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 sectores⁴. En estos sectores, el proceso de innovación consiste fundamentalmente en la difusión de bienes de capital que optimizan los procesos, así como del empleo de nuevos materiales o inputs intermedios, con la finalidad básica de conseguir una reducción en sus costes y producidos por otras empresas (Dosi y Orsenigo, 1988:22)⁵.

Las primeras aproximaciones económicas al análisis específico de la difusión de nuevas tecnologías datan de finales de los años cincuenta y principios de los setenta⁶, entre los que cabe destacar los de trabajos Griliches (1957), Mansfield (1961) y Rogers (1962), estableciendo las bases del modelo estándar (o epidémico) de difusión. Estos trabajos junto con otros realizados con posterioridad 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, entre otras cosas, establecer que *la difusión de nuevas tecnologías, económicamente superiores, es un proceso gradual*. Las investigaciones realizadas en las más diversas disciplinas han puesto de manifiesto que las nuevas tecnologías no se difunden de modo instantáneo en el ámbito de la estructura social y económica predominante y que las pautas de difusión varían dentro de amplios márgenes, prolongándose en muchas ocasiones durante décadas (Metcalf, 1992:214). Generalmente, el número de usuarios que adoptan una nueva tecnología se pueden representar mediante una función logística en forma de S respecto al tiempo. El número de nuevos 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

³ K. Pavitt y su grupo de trabajo del SPRU, a partir de una gran cantidad de información de base descriptiva de la actividad innovadora de los distintos sectores industriales británicos, trataron de establecer unos patrones sectoriales (trayectorias tecnológicas seguidas por las empresas de un determinado sector) ante el cambio técnico, llegando a la conclusión que dichas pautas están relacionadas con la fuente de la tecnología (interna o externa), con la naturaleza de las principales innovaciones introducidas en el sector (proceso o producto), así como, con el tamaño de las empresas y con la intensidad y dirección de la diversificación tecnológica existente en las empresas que conforman el sector. El resultado de este trabajo es la conocida tipología sectorial en cuatro grandes grupos teniendo en cuenta, como ya señalamos, la trayectoria tecnológica seguida por las empresas englobadas en cada uno de ellos³, y que en trabajos posteriores fueron ampliados a cinco, debido a la importancia que cobraron en los últimos 10-15 años las empresas surgidas alrededor del sector servicios, como es el caso del sector financiero, comercio al por menor, editoriales o viajes: La tipología establecida es la siguiente: Sectores dominados por los proveedores, sectores de altas economías de escala, sectores de proveedores especializados, sectores basados en la ciencia y sectores intensivos en información (Tidd *et al.*, 1997).

⁴ En el caso del sector pesquero español, y para el período abarcado entre 1931 y 1971, la estrategia tecnológica seguida por las empresas fue la incorporar las innovaciones que fueron adquiridas directamente en el mercado, y no su obtención a través del desarrollo interno o la compra a través de licencias o patentes (Sinde *et al.*, 2002).

⁵ Los sectores que emplean tecnologías maduras, normalmente, producen grandes series de fabricación para lo cual emplean gran cantidad de equipo especializado pero cuya tecnología es conocida (se mantiene estable y se introducen pocas innovaciones) y el factor que actúa como barrera de entrada al sector es la necesidad de grandes recursos financieros (Freeman, 1975: capítulo 8).

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

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 nos aporta información sobre la pauta seguida por una tecnología determinada y el ratio al cual se produjo la difusión de la misma, así como sobre los factores que condicionaron la difusión a nivel interempresa (Stoneman, 2002). Generalmente, la duración de dicho proceso vendrá dada por el nivel acumulado de usuarios de una innovación en un mercado, la cual estará en función de la decisión de adopción por parte de cada empresario (Rogers, 1995).

En nuestro trabajo estudiaremos el proceso de difusión tecnológica en el sector pesquero español bajo las consideraciones siguientes:

1. La decisión de adopción no va a depender 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. En la realidad 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 (Rosegger, 1996). No debemos olvidar que las empresas pesqueras estaban en contacto permanente con empresas de otros países, sin embargo, el conocimiento de la existencia de una nueva tecnología no implicó en ningún momento la adopción inmediata⁷.
2. El número de adoptantes potenciales va a variar con el tiempo, recordemos que tanto el número de buques como de empresas existentes en el sector se incrementa a lo largo del período objeto de estudio.

Cuadro 1. Estructura empresarial del sector pesquero español de altura y gran altura.

| | 1931 | 1941 | 1951 | 1961 | 1971 |
|-----------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Nº Empr. | 68 | 163 | 327 | 443 | 1201 |
| Nº Buques | 158 | 320 | 696 | 929 | 1841 |
| TRB Tot. | 37.717 | 57.714 | 125.186 | 197.965 | 470.129 |

Fuente: Elaboración propia a partir de las L.O.B.

⁷ En las empresas pesqueras las “*plantas de producción*” no se encuentran localizadas en un punto fijo, sino que ejercen su actividad en diferentes regiones geográficas, interactuando de forma constante con unidades de otras empresas, y de otros 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, si informalmente, realizaban algunas de las tareas que conlleva la implantación 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 que tenían lugar en el sector.

Quiroga (1968:14) se plantea la pregunta de “*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*” (Quiroga: 1968:41)

3. Así mismo, la difusión de una nueva tecnología puede estar supeditada al cumplimiento de ciertas características por parte de la tecnología innovadora a adoptar, en el sentido de 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. (Rosegger, 1996). En este sentido, los trabajos 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. Por otra parte, en lo que se refiere al estudio de los factores que condicionaron el proceso de difusión, se incluirán no sólo factores relacionados con la demanda sino también todos aquellos que están relacionados con la oferta (Stoneman e Ireland, 1983; Gatignon y Robertson, 1989). Esto se debe al hecho de que en ocasiones la decisión de adoptar o no una tecnología innovadora y la velocidad con la cual se va a producir la difusión de la nueva técnica va a estar condicionada, 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, se contemplará la competencia entre tecnologías, con lo que se tendrá en cuenta la evolución de las tecnologías antiguas que, en ocasiones, pueden experimentar mejoras durante el proceso de difusión de la nueva tecnología, incrementando el umbral tecnológico de la tecnología antigua. Así mismo, en muchos casos la demanda de la tecnología antigua puede seguir creciendo mientras ocurre el proceso de sustitución (Norton y Bass, 1987).

2. 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 el año 1897 cuando se realice la primera prueba exitosa⁸. La primera aplicación técnica a la propulsión marina se realizó en 1902, pero no fue hasta 1917 cuando se introdujo el motor diesel en un buque de grandes dimensiones⁹. Será en la década de los veinte cuando este se empiece a extender como fuerza de propulsión en embarcaciones. Así, en el período de 1918-1919 tan sólo el 2 por cien del tonelaje construido a nivel mundial y en todo tipo de buques estaban equipados 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), concretamente, Cushing (1988:129) señala que en 1921 fueron instalados los primeros motores diesel en buques pesqueros de gran porte. La adopción del diesel en el sector pesquero siguió tendencias diferentes según el país de referencia, así, mientras que en el caso de Inglaterra a la altura de 1937 aún un 97,6 por cien de su flota de arrastre utilizaba el vapor como fuerza

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 desde Dinamarca hasta el Pacífico. Durante la Primera Guerra Mundial fue adoptado por las marinas de guerra más importantes de Europa (Valdaliso, 1991:151)

de propulsión (Robinson, 2000), en países como Dinamarca o Alemania el diesel experimentaba una rápida ascensión.

Por otra parte, la difusión de este tipo de motores también estuvo muy ligada al tipo de unidades productivas más extendidas en cada región. Así, 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 países como España, Inglaterra o Alemania, cuya flota de altura y gran altura era muy importante, la introducción de estos motores se hizo años más tarde, debido a la mayor dificultad que existía para la adaptación de esta tecnología a buques de mayor tonelaje. Tengamos en cuenta el hecho de que este tipo de embarcaciones requería de mayor fuerza de propulsión que aquellas de escaso tonelaje, y si bien a principios de siglo se encontraban en funcionamiento en plantas fabriles, el tamaño de estos primeros motores diesel era inviable para ser montados en buques pesqueros. De ahí que 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, se derivaban del mayor poder calorífico de estos nuevos combustibles y de una combustión más eficaz, así mismo implicaban 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 a las ventajas anteriores, el que su consumo energético era un 40 por cien del que implicaba una caldera que emplease fuel-oil, no precisaba de fogoneros para mantener las calderas lo que reducía la mano de obra, la maquinaria requería de menor espacio ya que era de menor tamaño que las calderas que consumían fuel-oil (Valdaliso, 1991:152-153). 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 60TRB más (Paz Andrade, 1954:78).

Las modificaciones en el tipo de propulsión también llevará 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 buque¹¹ y la efectividad del arte de arrastre, el empleado por casi la totalidad de la flota de más de 100 TRB hasta el año 1963, cuando se empiezan a introducir en España, concretamente en el País Vasco, los buques atuneros congeladores, que empleaban el arte de cerco. Con lo cual una mayor potencia por TRB (HP/TRB) implicará un incremento en la velocidad de la embarcación con la consiguiente reducción del período de tiempo para alcanzar los caladeros y, paralelamente, una mayor efectividad en el arte de pesca empleado, lo que indirectamente llevará a una mayor productividad del mismo.

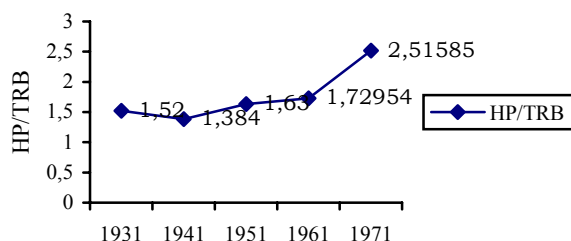
¹⁰ Los nuevos combustibles líquidos también implicaban mayores niveles de limpieza en las salas de calderas, y su abastecimiento se realizaba con mayor facilidad, con más limpieza y en mejores condiciones económicas (Valdaliso, 1991:152)

¹¹ *Las velocidades alcanzadas por un buque son proporcionales a la raíz cúbica de las potencias desarrolladas.* Guerrero (1974:148)

La tecnología propulsora empleada por el sector pesquero español hasta los años treinta se basó, única y exclusivamente, en los motores alternos¹². Será a partir de 1927 cuando se empiece a introducir una tecnología sustitutiva y técnicamente superior al 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 que suponía el motor diesel frente a los tradicionales motores de vapor eran: 1) el aumento del espacio disponible en la embarcación, junto con una mayor potencia; y 2) 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 en sí ocupaban un menor espacio, algo que adquiriría mayor importancia en los barcos que realizaban caladas de varias semanas, como era el caso de los bacaladeros que se desplazaban a Terranova y Groenlandia, o de los que faenaban en Gran Sol, aguas sudafricanas, etc. Por otra parte, para la flota que se desplazaba a caladeros más alejados era necesario aumentar la velocidad y la potencia del buque. En este contexto, la potencia de la máquina instalada a bordo en función del tonelaje del buque se incrementa de forma constante a lo largo del período aquí estudiado (gráfico 1). Dicho incremento implicaba, no sólo una mayor velocidad de desplazamiento, sino también un mayor rendimiento del arrastre.

Gráfico 1. Evolución de la potencia media de la flota española > 100TRB



Fuente: Elaboración propia a partir de las LOB

En lo que respecta a la reducción de los costes, esta se debía a la diferencia de precios de ambos combustibles; ya los precios alcanzados por el carbón, que era el 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, pasaron de representar un 32,85 por cien en el año 1935, a un 42,6 por cien en 1945 y alrededor del

¹² La adopción del vapor a fines del siglo pasado viene explicada 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, algo que puede explicarse 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 ya se acumulaban 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. En este sentido 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 el sector pesquero español, posición que mantuvo hasta finales de los años cincuenta en que fue reemplazado por los motores diesel.

56,8 por cien en 1953¹³. Así mismo, la existencia de una elevada incertidumbre en cuanto al suministro de carbón, sobre todo en 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 cincuenta¹⁴, al sumársele a las mayores dificultades de abastecimiento unos precios no competitivos con el gas-oil (cuadro 2).

Cuadro 2. Evolución del precio de los combustibles

| AÑO | Carbón | Gas-oil |
|-------------------|---------------|---------------|
| 1947 | 285 pts/tn | 850 pts/tn |
| 1952 | 475 pts/tn | 1.320 pts/tn |
| Incremento | 74,73% | 55,29% |

Fuente: A.C.C.C. Caja 154.

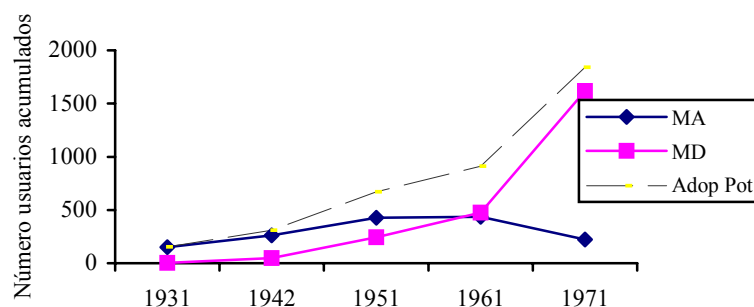
No obstante, la difusión de la nueva tecnología fue muy lenta, tengamos en cuenta que desde la introducción del primer motor diesel –en el año 1927- hasta que éste supera en número de usuarios al motor alterno transcurren cuatro décadas (gráfico 2). En el año 1931, un 99 por cien de las empresas del sector empleaba motores alternos consumidores de carbón, y tan 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, concretamente, en 1961 la habían adoptado un 52,5 por cien de los adoptantes potenciales, y en el año 1971, un 89 por cien¹⁵.

¹³ 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, aquel que el armador compraba por encima de la cantidad contingentada. Así, en el año 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 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 diferentes empresas. *ACCC, caja A.D. 154.*

¹⁴ “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, n°256.*

¹⁵ Según la clasificación de los adoptantes en función de su predisposición a adoptar una innovación realizada por Rogers (1995), podemos decir que a principios de los años sesenta se había incorporado la primera mayoría; siendo en la década de los setenta cuando se incorpore la mayoría tardía, adoptando esta tecnología el último grupo, los rezagados, en la década de los ochenta.

Gráfico 2. Evolución de las principales tecnologías propulsoras empleadas por la flota pesquera española de más de 100 TRB (1931-1971)



Fuente: Elaboración propia a partir de las LOB.

Nota: MA (Motor alternativo), MD (Motor diesel), Adop Pot (Adoptantes potenciales)

La explicación a esta lenta difusión de la tecnología diesel la proporcionan factores ligados a la industria demandante, junto con los vinculados a la industria oferente y a la evolución de la tecnología antigua, en la cual se introducen mejoras durante la década de los cuarenta.

2.1. 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 el año 1942 sólo existían en España tres casas que fabricaban motores tipo 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 del año 1950, “se logra nacionalizar casi totalmente la industria del motor diesel”, importándose tan 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).

Por otra parte, los problemas sufridos por la industria naval española en cuanto a la disponibilidad de materias primas, llevó a que no pudiese establecerse de antemano el plazo de entrega del buque ni el precio final del mismo, hecho que incremento 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 que iba a suponer dicha inversión. En este contexto, y teniendo en cuenta *la situación financiera en la que se encontraban las empresas pesqueras*, con unas cuentas poco saneadas, hacía que no estuviesen en disposición de asumir los riesgos que implicaba la adopción de la nueva tecnología, ya que además de los riesgos técnicos inherentes a la propia adopción, estaban aquellos de tipo económico que se derivaban del hecho de no conocer de antemano el precio final del buque, ni el posible plazo de entrega del mismo.

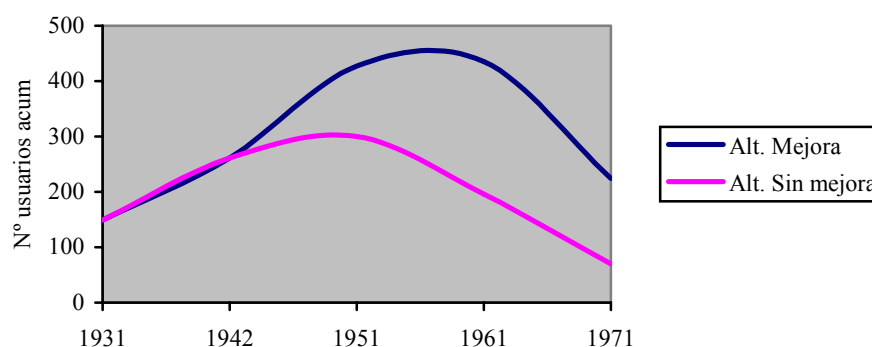
2.2. La falta de personal cualificado en su manejo y en su mantenimiento.

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, estos 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 tecnología¹⁶. En ese mismo informe se aboga por un cambio paulatino que permita el uso progresivo de los motores diesel acompañado por el aumento de personal especializado.

2.3. 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, sin embargo, 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 a continuación, respecto al propio gas-oil y los motores diesel. Esto llevó a que la etapa de sustitución tecnológica se prolongará en el tiempo al ampliar la tecnología antigua su límite tecnológico.

Gráfico 3. Evolución de los usuarios de motores alternos



Fuente: Elaboración propia a partir de las LOB.

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:

- i. Las calderas que eran 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 afectaba también de forma

¹⁶ 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”.

indirecta al rendimiento del aparejo, ya que se garantizaba una tracción más segura para el arrastre y, en consecuencia, una mayor efectividad en el mismo.

- ii. 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 la merma derivadas del carboneo. Esta circunstancia junto con la evolución de los precios seguida por el carbón y el fuel-oil, más favorable a éste último, principalmente entre los años 1947-1952, lleva a que las importaciones de carbón inglés y las ventas de carbón español para pesqueros decreciesen en 1954 debido a los cambios a nuevos combustibles, *ello obedece a la casi total transformación de la flota a fuel, quedando un pequeño porcentaje de barcos que aun consuman carbón*¹⁷. Existen multitud de testimonios de empresarios en los que ponen de manifiesto que:

*“(...)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 económicamente.”*¹⁸

En el caso de la explotación de un bou que consumía fuel-oil respecto a otro que utilizase carbón como fuente de energía 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-oil¹⁹. 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 largo”*²⁰.

Cuadro 3. Costes de los bous y parejas consumiendo fuel y carbón.

| 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 | ---- |

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en 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.

¹⁷ Memoria del año 1954 de Armadores de Buques de Pesca S.L., AHRG, fondo de Hacienda, Contribución de Utilidades-Tarifa III, leg. 1801.

¹⁸ Memoria del año 1952 de Pesquerías González S.L. AHRG, Fondo de Hacienda, Contribución de Utilidades-Tarifa III, leg. 1811.

¹⁹ “El sensible agotamiento de las playas de pesca en que trabajan y 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 Llanos (1953:131).

²⁰ AHRG, Fondos de Hacienda, Contribución de Utilidades-tarifa III, legajo 1789.

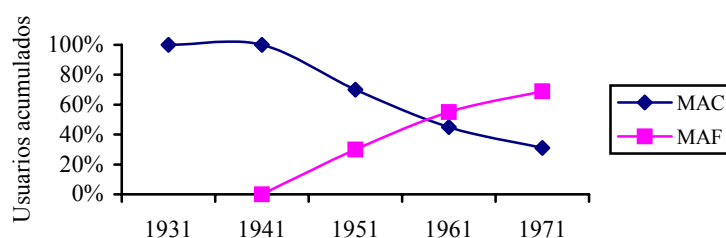
- iii. Mejoraba las condiciones de navegación y flotabilidad del buque. Al tiempo posibilitaba incrementar el radio de acción de las unidades pesqueras, en la medida en que: por una parte, proporcionaba una mayor autonomía al buque y, por otra, implicaba una mayor disponibilidad de espacio a bordo, dado que el espacio ocupado por el nuevo combustible se reducía considerablemente respecto al que requería el carbón. En este sentido, en la Memoria del año 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 ellas 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”²¹.

Si diferenciamos los motores que no sufrieron transformación alguna respecto al total podemos comprobar que, aunque a nivel general 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). De hecho 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”²².

Gráfico 4. Distribución (%) de los usuarios de los motores alternos



Fuente: Elaboración propia a partir de las LOB.

Nota: MAC (Motor alternativo de carbón), MAF (Motor alternativo de fuel)

²¹ AHRG, *Fondos de Hacienda, Contribución de Utilidades-tarifa III, leg. 1789.*

²² *Memoria del año 1951 de Armadores de Buques de Pesca S.L., AHRG., Fondo de Hacienda, Contribución de Utilidades-Tarifa III, leg. 1795.* En las memorias de esta empresa ya se alude a la subida del precio del carbón desde el año 1949, *Memoria del año 1949 y 1950 de Armadores de Buques de Pesca S.L., AHRG, Fondo de Hacienda, Contribución de Utilidades-Tarifa III, leg. 1786 y leg. 1791.* Igualmente, la empresa J. y M. Mardomingo recoge en su memoria del año 1950 “insiste en 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. 1792.*

Por otra parte, 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, y por tanto, aún en proceso de mejora (ya que un motor diesel se volvía obsoleto al cabo de seis años) y otros relacionados con el contexto en el cual desempeñaban su actividad las empresas.

Así, el fuel implicaba un menor grado de *complejidad* derivado del hecho de 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. No se sufrían los retrasos que se daban con el diesel por lo que el buque podía iniciar su actividad, y producir ingresos, en un período de tiempo menor, 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, implica la necesidad de renovar el buque al completo; así, 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 que tenía asignado el buque antes de la sustitución de la caldera (cuadro 4). En el caso de una nueva construcción el incremento del coste era igualmente considerable; así, 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 motores²³. 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 construcción²⁴.

Cuadro 4. Coste de la transformación del vapor a los motores que consumían combustibles líquidos derivados del petróleo.

| BUQUE | EMPRESA | AÑO DE LA TRANSF. | VALOR ANTES DE LA TRANSF. | VALOR DESPUÉS DE LA TRANSF. | VALOR DE LA TRANSF. |
|------------|-----------------------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Txit-ona | Pedro Campo Ugidos | 1947 | n.d. | n.d. | 1.086.811 |
| San Pedro | Pedro Campo Ugidos | 1949 | n.d. | n.d. | 1.350.000 |
| Salmón | Fco. Rey Méndez | 1950 | 470.482 | 2.233.695 | 1.763.213 |
| Manin | José López Merallo | 1950 | 150.000 | 1.415.681 | 1.265.681 |
| Tritonia | José López Merallo | 1950 | 352.539 | 1.638.298 | 1.285.759 |
| Angelita | Fco. Lariño Varela | 1951 | 1.500.000 | 3.133.457 | 1.633.457 |
| Tito | José Docampo Prada | 1951 | 830.000 | 1.877.454 | 1.047.454 |
| Sta. María | José Docampo Prada | 1951 | 750.000 | 2.006.166 | 1.256.166 |
| Denis | Dionisio Tejero Pérez | 1953 | 300.000 | 1.528.007 | 1.228.007 |
| J. Ignacio | Pesquerías González | 1953 | n.d. | n.d. | 1.381.999 |
| Sta. Rosa | Pesquerías González | 1954 | n.d. | n.d. | 2.358.963 |

Fuente: Sinde (2000).

La introducción de una nueva tecnología que implica grandes transformaciones en las plantas industriales, bien sea a nivel de rediseño organizativo, sustitución de equipos productivos, etc., dentro de empresas ya en funcionamiento sufre retrasos derivados de la necesidad de dichas empresas de amortizar las inversiones hechas anteriormente, con lo cual sólo adoptarían la innovación una vez se hayan depreciado las instalaciones

²³ González Llanos (1953:135).

²⁴ En 1950, para el caso 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*.

antiguas²⁵. En este caso, aquellos armadores que dispusieran de buques de vapor aún en funcionamiento, y dada la baja complementariedad de la nueva tecnología para aprovechar parte de las inversiones ya realizadas, no se plantearían la opción de cambio hasta que el buque antiguo fuese desguazado, sólo aquellos 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. Así, comprobamos que a partir del año 1943, salvo en el período 1946-1949, la opción del diesel fue la escogida por la mayoría de los armadores (gráfico 5).

A principios de los cincuenta, concretamente 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, principalmente, por:

- La reducción en la incertidumbre en lo referente a plazos de entrega y disponibilidad de inputs, ya que a partir del año 1950 se logra nacionalizar la industria del motor diesel.
- El diferencial de precios de los diferentes combustibles, que sólo hacían viable la opción de los motores alternos cuando estos eran transformados para el consumo de fuel-oil. Dado que 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.

Cuadro 5. Consumo mensual de los diferentes motores

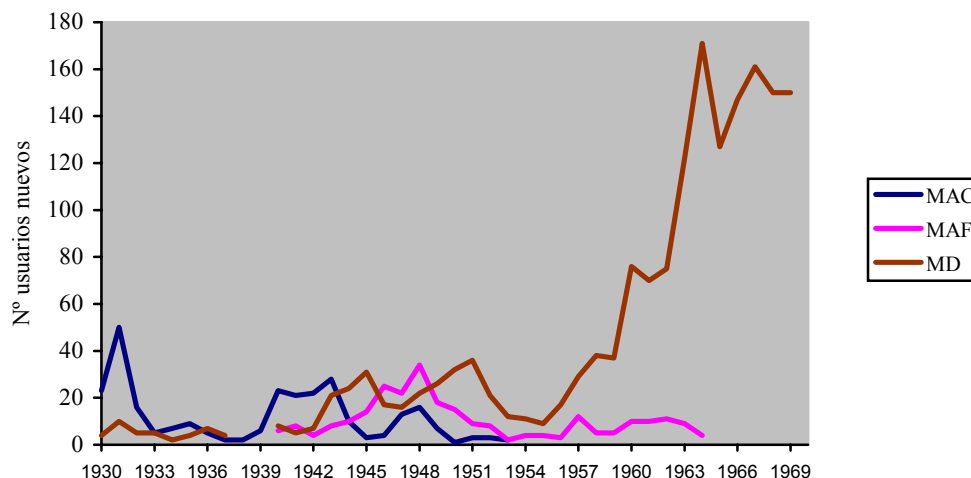
| | <i>Consumo mensual</i> |
|----------------------|---------------------------------|
| Barco motor (400 HP) | 25/28 Tn. Gas-oil (25.000 pts.) |
| Barco vapor (400 HP) | 140 Tn. Fuel-oil (62.180 pts.) |
| | 270 Tn. Carbón (100.000 pts.) |

Fuente: *Industrias Pesqueras, n° 560, 15-Agosto-1950*

- La sobreexplotación a la que estaban sometidos 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 la llevó a “una agudísima crisis económica a la que no se ve salida²⁶”. 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 dicha transformación o el paso al diesel.

²⁵ La sustitución del vapor por la energía eléctrica en la industria se vio frenada por el hecho de que las empresas ya en funcionamiento sólo adoptaron la nueva energía una vez que se depreciaron las plantas ya existentes (Rosenberg, 1995).

²⁶ *Industrias Pesqueras, n° 562, 15-Septiembre-1950.*

Gráfico 5. Tipo de propulsión y combustible empleado en las nuevas construcciones

Fuente: Elaboración propia a partir de las LOB.

3. Tipo de 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 en el agua, 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 de la misma –principalmente acero-. El acero se impuso a la madera en la construcción naval, principalmente, porque posibilitaba la fabricación de buques de mayores dimensiones, al tiempo que proporcionaba una mayor carga de tonelaje en igualdad de dimensiones²⁷.

Generalmente, el armador a la hora de decidir el material empleado para la construcción de un buque tendría en cuenta²⁸: 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 de casco nuevos materiales; así, en 1972, el astillero Centromor de Polonia construye el primer buque de fibra sintética²⁹, y en 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 aquellos que usaban el acero³⁰, proporcionando unas prestaciones superiores al acero en lo referente a duración y costes de mantenimiento.

²⁷ Guerrero (1974:100).

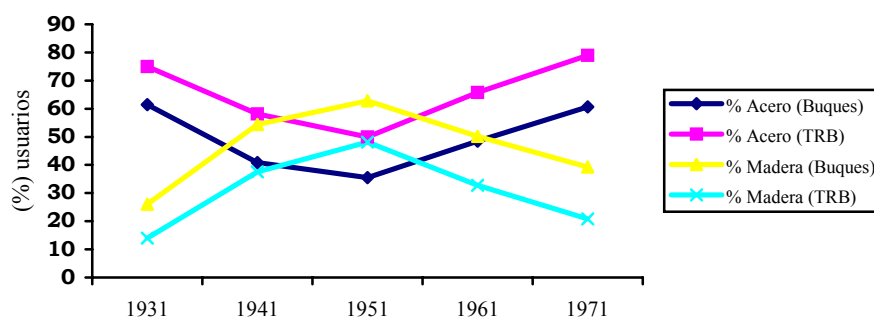
²⁸ *Industrias Pesqueras, 1 de Abril de 1972.*

²⁹ El buque polaco sería presentado en Vigo en la VI World Fishing Exhibition, *Industrias Pesqueras, 15 de abril de 1972.*

³⁰ Concretamente, el precio final del buque construido por Desco St. Agustine era de 110.000 dólares, cuando una embarcación similar construido en acero alcanzaba los 120.000 dólares, *Industrias Pesqueras, 15 de abril de 1972.*

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-, estos llevaron al nacimiento de la pesca de altura y a una ruptura respecto a la pesca tradicional que venía desarrollándose hasta entonces. Estas primeras unidades fueron compradas por empresas españolas en astilleros o en 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 la incorporación de estas nuevas unidades, cambio que afectó igualmente al concepto de empresa pesquera, 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 fresco³¹.

Gráfico 6. Distribución de los usuarios de las diferentes alternativas tecnológicas



Fuente: Elaboración propia a partir de las LOB

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 6)³². En el año 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 el año 1971 un 61 por cien de las unidades y un 79,2 por cien del TRB total³³.

La explicación a esta “difusión atípica” responde al hecho de que las primeras unidades de la flota fuesen importadas en su totalidad, principalmente de Inglaterra donde la construcción naval trabajaba básicamente con el acero. En España los primeros astilleros especializados en construcción pesquera de más de 100 TRB tienen su origen en las antiguas “carpinterías de ribera”, al reorientar éstas su producción al nuevo

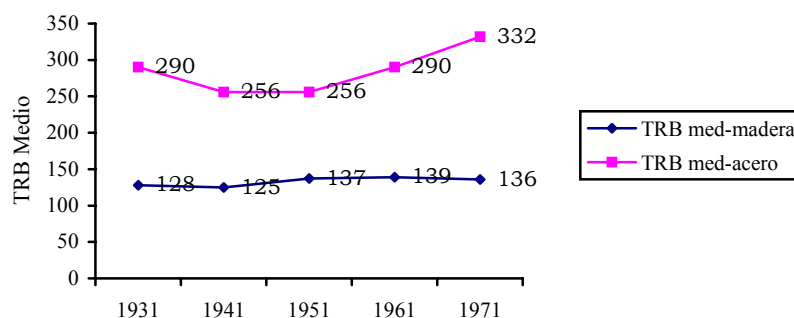
³¹ Véase capítulo 3.

³² Difusión atípica, tanto en lo que respecta a la trayectoria de difusión dentro de la teoría económica sobre esta temática, como en lo referente a la utilización de ambos materiales en el resto de flotas europeas, donde la presencia del acero era mayoritaria.

³³ Dentro de los buques de acero, incluimos también aquellos con casco de hierro, que al representar porcentajes muy pequeños no lo incluimos como una categoría independiente, sino que se optó por computar esas unidades junto con las de acero.

negocio³⁴; y éstos trabajaban principalmente con la madera, por la experiencia en el empleo de este material para embarcaciones de menor porte³⁵. 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, y sobre todo, tras la Guerra Civil española 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 incrementó su participación en la flota pesquera española de más de 100 TRB a medida que fueron aumentando su cuota de mercado los astilleros nacionales. De hecho, puede constatarse como 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. Así, 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 7).

Gráfico 7. Relación entre el tamaño del buque y material empleado en la construcción



Fuente: Elaboración propia a partir de las LOB

3.1. 1931-1951: El resurgir de la madera.

La madera cobra protagonismo en la construcción naval de pesqueros, principalmente, a partir de principios de los años treinta y hasta durante la década 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 en el tiempo,

³⁴ “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 Andrade, 1958:15)

³⁵ 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.

principalmente, por las dificultades de abastecimiento tras la Guerra Civil española³⁶. 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 aquellas empresas que se dedicaban al arrastre en aguas intermedias, como los caladeros del Golfo de Vizcaya, Marruecos, Canarias y parte del Gran Sol, solventaban sus necesidades con embarcaciones de madera. Bajo estos parámetros, para muchos armadores la opción de la madera se convertía en la más adecuada, ya que por un lado, la opción acero implicaba un mayor coste y, por otro, una mayor incertidumbre en lo referente a plazo de entrega.

Cuadro 6. Evolución de los precios de las construcciones de madera y acero, 1942-1953

| | PRECIO TONELADA DE MADERA | PRECIO TONELADA DE ACERO |
|------------|---------------------------|--------------------------|
| 1942 | 2.500 pts. | 4.500 pts. |
| 1953 | 16.000 pts. | 27.000 pts. |
| INCREMENTO | 6,4 | 6 |

Fuente: Paz Andrade (1954:36)

3.2. 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 debemos ligarlo necesariamente 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 reduzcan, ante tal situación se produce el desplazamiento masivo de la flota de mayor porte a los caladeros de Terranova, con lo que 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. En este contexto, si tenemos en cuenta que la madera no era adecuada para la construcción de pesqueros de más de 250 TRB, ocurre que a medida que se incrementa la demanda de buques de mayor tonelaje cobra mayor presencia el acero.

Cuadro 7. Tipo de material empleado según tonelaje del buque

| | 1931 | | 1941 | | 1951 | | 1961 | | 1971 | |
|--------------|---------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | M | A | M | A | M | A | M | A | M | A |
| 100-250 TRB | 41 (6.445) | 47 (8135) | 175 (21.841) | 81 (12.043) | 436 (60.122) | 190 (29.062) | 466 (64.974) | 317 (54.989) | 720 (97.979) | 705 (129.317) |
| 251-500 TRB | | 44 (12.784) | | 42 (12.300) | | 33 (9.634) | | 94 (29.429) | | 272 (95.381) |
| 501-1000 TRB | | | | 1 (828) | | 5 (4.393) | | 6 (4.915) | | 77 (54.891) |
| >1000 TRB | | 6 (12.784) | | 7 (8.576) | | 15 (19.459) | | 31 (40.956) | | 62 (91.534) |
| TOTAL | | | | | | | | | | |
| Nº Buques | 41 | 97 | 175 | 131 | 436 | 243 | 466 | 448 | 720 | 1.116 |
| TRB total | 6.445 | 33.793 | 21.841 | 33.747 | 60.122 | 62.548 | 64.974 | 130.289 | 97.979 | 371.129 |

Fuente: Elaboración propia a partir de las LOB.

³⁶ 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. Recordemos que el caso de la bacaladera PEBSA, constituida en 1938, que no podría poner en explotación sus primeros barcos hasta el año 1947, por los retrasos sufridos en la entrega por la falta de material en los astilleros.

De esta forma, podemos constatar como 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 se muestra como la más dinámica en lo que respecta a construcción de pesqueros de gran tamaño, algo que viene explicado por una serie de factores, entre los que destacan: 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 nacionales³⁷, la promulgación de las leyes de Crédito Naval y de Protección y Reconstrucción de la Industrial Nacional en el año 1939³⁸. 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 T.R.B., así como, la necesidad de incrementar los ingresos por calada a medida que esta tenía lugar en caladeros más distantes.

3.3. Madera y acero ¿dos tecnologías en competencia?

Tras el análisis de las cifras a nivel agregado concluimos que el acero se había impuesto en la flota de altura y gran altura a la madera en TRB construido 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 desagregamos los datos diferenciando entre buques de menos de 250 TRB, obtenemos que en el año 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).

Cuadro 8. Distribución de los usuarios de las diferentes opciones tecnológicas.

| | 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 diferencias registradas diferenciando la flota de menos de 250 TRB del total se deben al hecho de que no era posible construir cascos de madera para buques de tonelaje superior al señalado. Si analizamos los datos del cuadro 7, en el que se recoge la participación de ambos materiales en construcción de buques diferenciando por tamaño de éstos, comprobamos que en ningún caso se utilizó la madera para la construcción de buques de más 250 TRB. En este contexto, aunque nos encontramos

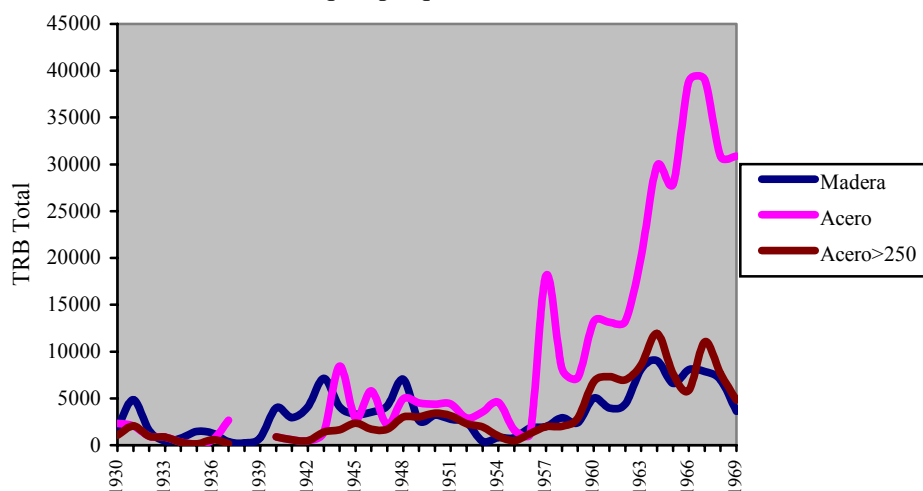
³⁷ PYSBE (1927), PEBSA (1938) y COPIBA (1940).

³⁸ 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 T.R.B.

ante dos tecnologías en competencia, ésta se daba en realidad entre los buques de determinado TRB, ya que los buques construidos con madera no superaban las 250 TRB, por lo que a partir de dicho tonelaje sólo cabía una opción tecnológica: el acero.

Las conclusiones son similares si tenemos en cuenta las nuevas construcciones, o usuarios nuevos en cada momento (gráfico 8). Así, considerando los buques construidos a partir del año 1930 y 1971 comprobamos que las construcciones en acero superan ampliamente a la madera a partir del año 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 una sobre la otra.

Gráfico 8. Tipo de material empleado en la construcción de buques pesqueros > 100 TRB



Fuente: Elaboración propia a partir de las LOB

En este contexto, si sólo se tienen en cuenta factores técnicos, el acero ofrecía unas 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 luego iban a faenar en caladeros muy alejados³⁹. Sin embargo, el acero se impone en la flota de gran altura por la imposibilidad de emplear la madera los buques destinados a la pesca en aguas lejanas, 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. Así, 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.

4. 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, única y exclusivamente, en el patrón de pesca, que

³⁹ En este sentido Rebollo y Amann (1967) 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”.

sin ningún medio, salvo su experiencia e intuición, decidía donde largar el aparejo, con lo cual resulta obvio que en estas circunstancias la productividad del barco dependía de forma directa de la capacidad del patrón. Con la adaptación de las innovaciones producidas en el campo de la electrónica 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.

Fue en la década de los cincuenta cuando esa aplicación de los adelantos tecnológicos surgidos en el campo de la electrónica al ámbito pesquero se hizo más intensa. En un primer momento se produjo un gran desarrollo de los aparatos de detección vertical, dentro de los cuales destacaba la ecosonda, ésta 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)⁴⁰. La utilidad de este artilugio en un primer momento era la de mostrar únicamente el relieve de los fondos submarinos, sin embargo, por azar se comprobó la posibilidad de detectar también los bancos de pescado⁴¹. Este descubrimiento fue el que llevó a la adopción masiva del artilugio 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 pescado⁴², registrando una gran expansión durante los años cuarenta fue muy importante, ya que si bien ya estaba bastante extendida en la década anterior acabó por consolidarse su presencia a bordo de los buques pesqueros a principios de los cincuenta cuando tan solo un escaso diez por cien de las embarcaciones pesqueras españolas de más de 100 T.R.B. declaraban no disponer de este artilugio⁴³.

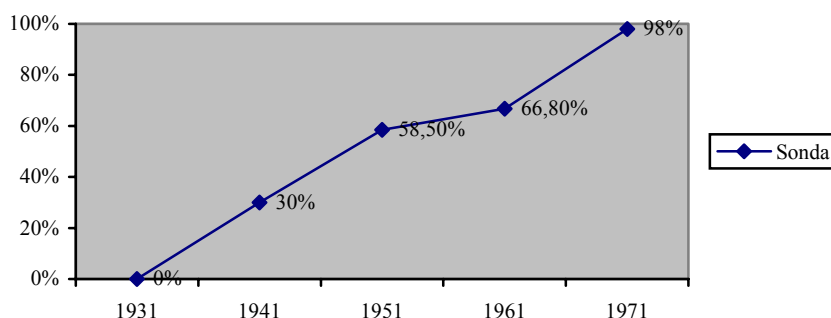
⁴⁰ *Industrias Pesqueras, 15 de mayo de 1962, pp. 168-171.*

⁴¹ En el año 1933 los barcos “Norway” y “Violet and Rose” descubrieron la posibilidad de detectar bancos de peces con ayuda de la ecosonda, que hasta ese momento era utilizada para mostrar el relieve de los fondos marinos y marcar la posición del barco por la variación del dicho relieve. *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.*

⁴² Recordemos que en un principio la sonda era utilizada para la navegación, el descubrimiento de la utilidad de la misma en la actividad pesquera tuvo lugar en el año 1933.

⁴³ 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 9. Evolución del porcentaje de usuarios de la nueva tecnología



Fuente: Elaboración propia a partir de las LOB

La difusión de esta tecnología dentro del sector fue mucho más rápida que la registrada en el caso del diesel o del acero, debido principalmente 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.

4. 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 una serie de factores de diferente índole (relacionados con la oferta, con la demanda, con las características de la innovación, con el entorno en el cual se producía la difusión). Aunque la importancia que los distintos factores analizados tienen en la difusión a nivel sector va a variar, en ocasiones, en función de la nueva tecnología a estudiar.

Los factores relacionados con la oferta, en el caso del acero y del diesel frenaron la difusión de las nuevas tecnologías, mientras que en el caso de la sonda no se dio tal situación. En este sentido, 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 alternativa de la tecnología antigua. Por otra parte, la dificultad con la que se topaban los astilleros para abastecerse de determinadas materias primas, caso del acero, hizo inviable en para 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, la vuelta a la madera a medida que incrementaban su cuota de mercado los astilleros nacionales viene explicada por la falta de experiencia en la fabricación de buques con casco de acero, que se ve agravada tras la Guerra Civil con la baja disponibilidad de este input.

En cuanto a los factores relacionados con el sector demanda cabe señalar la fuerte influencia positiva que ejerció la incertidumbre sobre la oferta, no sobre la demanda (que dada política autárquica estaba garantizada). Dicha incertidumbre sobre la oferta se producía cuando se agotaban de los caladeros tradicionales, con la consecuente caída en los rendimientos y que las empresas no pudiesen garantizar una producción mínima. Anta tales situaciones 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 que jugó 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 se retrasó su difusión 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, permitir una mejora mientras éste no era amortizado totalmente. En el caso de la sonda, que fue 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.

Bibliografía.

ACHESON, J.M. y REDIMAN, R. (1982): "Technical innovation in the New England Fin-Fishing industry. An examination of the Downs and Mohr Hypothesis", en *American Ethnologist*, vol. 9, nº 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 THÓR, J. (eds): *The North Atlantic Fisheries, 1100-1976. National perspectives on a common resource*. Ed. Studia Atlantica, Esbjerg, pp. 169-206.
- CHRISTENSEN, P. y NIELSEN, A.R. (1996): "Norwegian Fisheries 1100-1971, main developments", en HOLM, P.; STARKEY, D.J. y THÓR, J. (eds): *The North Atlantic Fisheries, 1100-1976. National perspectives on a common resource*. Ed. Studia Atlantica, Esbjerg, pp. 145-168.
- CUSHING, D.H. (1988): *The provident sea*. Ed. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- DAVIES, S. (1979): *The diffusion of process innovations*. Ed. Cambridge University Press, Cambridge.
- 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", en *Human Organization*, vol. 47, nº 3, pp. 224-234.
- DOSI, G. y ORSENIGO, L. (1988): "Estructura industrial y cambio tecnológico", en HEERTJE, A. (ed.): *Innovación, tecnología, y finanzas*. Ed. Basil Blackwell, Oxford, pp. 14-38.
- FREEMAN, C. (1974): *The economics of industrial innovation*. Penguin Books Ltd., Middlesex.
- GATIGNON, H. y ROBERTSON, T.S. (1989): "Technology diffusion: an empirical test of competitive effects", en *Journal of Marketing*, vol. 53, nº 1, pp. 35-49.
- GEROSKI, P.A. (2000): "Models of technology diffusion", en *Research Policy*, vol. 29, pp. 603-626.
- GIRÁLDEZ RIVERO, J. (1985): "Aproximaçom ao sector pesqueiro galego no primeiro terço do século XX" en *Agalia*, monográfico nº 2, pp. 7-31.
- GIRALDEZ RIVERO, J. (1991): "Fuentes estadísticas y producción pesquera en España (1880-1936): una primera aproximación", en *Revista de Historia Económica*, Vol. 9, nº 3, pp 513-532.
- GIRÁLDEZ RIVERO, J. (1996): *Crecimiento y transformación del sector pesquero gallego, 1880-1936*. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- 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", en *Econometrica*, vol. 48, pp. 501-522.
- GUERRERO GARCÍA, G. (1974): *Construcción naval y teoría del buque*. Ed. Hijos de E. Minuesa, 4ª ed., Madrid.
- KARSHENAS, P.L. y STONEMAN, P. (1993): "Rank, stock, order, and epidemic effects in the diffusion of new process technologies: an empirical model", en *The RAND Journal of Economics*, vol. 24, nº 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*, vol 69, nº 1, pp. 12-17.
- LÓPEZ LOSA, E. (1994): "Cambio técnico y conflicto en las pesquerías vascas: el vapor y el arrastre 1878-1936" en *Actas del VII Simposio de Historia Económica*, Barcelona.
- 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): *¿Qué inventen ellos? Tecnología, empresa y cambio*. Ed. Alianza Universidad.
- 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*, Tesis Doctoral, Bilbao.
- MANSFIELD, E. (1961): "Technical change and the rate of imitation", en *Econometrica*, vol. 29, nº4, pp. 741-766.
- MANSFIELD, E. (1968): *Industrial research and technological innovation*. Ed. Norton, New York.
- MANSFIELD, E. (1989): "Industrial robots in Japan and the USA", en *Research Policy*, vol. 18, pp. 183-192.
- MANSFIELD, E. (1993): "The diffusion of flexible manufacturing systems in Japan, Europe and the United States", en *Management Science*, vol. 39, nº 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*. Ed. Icaria, Barcelona, pp. 211-248.
- NAVAZ Y SANZ, J.M. (1945): *Pesca marítima. Artes de pesca, embarcaciones, pesquerías, industrias*. Ed. Instituto Social de la Marina, Madrid.
- NORTON, J.A. y BASS, F.M. (1987): "A diffusion theory model of adoption and substitution for successive generations of high-technology products", en *Management Science*, vol. 33, nº 9, pp. 1069-1086.

- OCAMPO SUÁREZ-VALDÉS, J. (2002): “Cambio técnico e industrialización pesquera en Asturias: 1880-1930”, en *Revista de Historia Agraria*, nº 28, pp. 69-90.
- OGEEA PORTA, P. y BALSEYRO, F. (1944): *La Marina y el crédito naval. Estudio económico, histórico y de legislación financiera*. Ed. Morata, Madrid.
- OSTER, S. (1982): “The diffusion of innovation among steel firms: the basic oxygen furnace”, en *The Bell Journal of Economics*, vol. 13, pp. 45-56.
- PAVITT, K. (1984): “Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory”, en *Research Policy*, vol. 13, pp. 343-373.
- PAZ ANDRADE, V. (1954): *Producciones y fluctuaciones pesqueras*, Madrid.
- PAZ ANDRADE, V. (1958): *Sistema económico de la pesca en Galicia*. Ed. Citania, A Coruña.
- QUIROGA, D. (1961): *La pesca de arrastre en Galicia y sus problemas*, Vigo.
- QUIROGA, D. (1968): *Política pesquera española: la pesca de la merluza con nudo gordiano*, Vigo.
- RAUNIYAR, G.P. (1998): “Adoption of management and technological practices by fishpond operators in Nepal”, en *Aquaculture Economics and Management*, vol. 2, nº 3, pp. 89-99.
- REBOLLO, F. y AMANN, R. (1967): “Evolución de los buques de pesca de superficie en España”, en *Información Comercial Española*, nº 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*. Ed. Chatham Publishing, London, pp. 206-216.
- ROGERS, E.M. (1995): *Diffusion of innovations*. Ed. The Free Press, 4ª ed., New York (Primera edición: 1962).
- ROMEO, A.A. (1977): “The rate of imitation of a capital embodied process innovation”, en *Economica*, vol. 44, nº 173, pp. 63-69.
- ROSENBERG, N. (1995): “Innovation's uncertain terrain”, en *The McKinsey Quarterly*, nº 3, pp. 171-185.
- ROSEGGER, G. (1996): *The economics of production and innovation. An industrial perspective*. Ed. Butterworth-Heinemann, 3ª ed., Oxford. (Primera edición: 1980).
- SAHRHAGE, D. y LUNDBECK, J. (1992): *A history of fishing*. Ed. Springer-Verlag, Germany.
- SANTOS RODRÍGUEZ, L. y NÚÑEZ BASAÑEZ, J.F. (1994): *Fundamentos de pesca*. Ed. Fondo Editorial de Ingeniería Naval, Colegio Oficial de Ingenieros Navales, Madrid.
- SARKAR, J. (1998): “Technological diffusion: alternative theories and historical evidence”, en *Journal of Economics Survey*, vol. 12, nº 2, pp. 131-171.
- SINDE CANTORNA, A.I. (2000): *Estrategias de crecimiento y formas de integración en la empresas pesquera gallega: 1900-1960*. Ed. Fundación Empresa Pública, Madrid.
- 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”, en *Revista de Historia Agraria*, nº 28, pp. 113-136.
- SINHA, R.K. y CHANDRASKEKARAN, M. (1992): “A split hazard model for analyzing the diffusion of innovations”, en *Journal of Marketing Research*, vol. 29, nº 2, pp. 116-127.
- SQUIRES, D. (1987): “Public regulation and the structure or production in multiproduct industries: an application to the New England otter trawl industry”, en *The Rand Journal of Economics*, vol. 18, nº 2, pp. 232-247.
- STONEMAN, P. (2002): *The economics of technological diffusion*. Ed. Blackwell-Publishers, Oxford.
- STONEMAN, P. e IRELAND, N.J. (1983): “The role of supply factors in the diffusion of new process technology”, en *The Economic Journal*, vol. 93, Supplement: Conference Papers, pp. 66-78.
- TIDD, J.; BESSANT, J. y PAVITT, K. (1997): *Managing innovation. Integrating technological, market and organizational change*. Ed. Wiley, Sussex.
- TODD, D. (1985): *The world shipbuilding industry*. Ed. St. Martin's Press, New York.
- VALDALISO GAGO, J.M. (1991): *Los navieros vascos y la Marina Mercante en España: 1860-1935. Una historia económica*. Ed. IVAP, Bilbao.
- VEIGA, B. (1974): *A.R.C.O.M.A.R. 50 Aniversario (1923-1973)*, Cádiz.