

## ICEDE Working Paper Series

# UNHA APROXIMACIÓN ÁS PAUTAS DE INNOVACIÓN DO SECTOR EÓLICO GALEGO

Pedro Varela Vázquez e María del Carmen Sánchez Carreira

Nº 3, decembro 2012  
ICEDE Working Paper Series  
ISSN 2254-7487  
<http://www.usc.es/icede/papers>

Grupo de investigación Innovación, Cambio Estructural e Desenvolvemento (ICEDE)

Departamento de Economía Aplicada  
Universidade de Santiago de Compostela  
Avda. do Burgo s/n  
15782 Santiago de Compostela – A Coruña  
Telf. +34 881 811 567  
[www.usc.es/icede](http://www.usc.es/icede)

Os autores agradecen o apoio financeiro recibido por parte do Fondo Europeo de Desenvolvemento Rexional (FEDER) así como da Xunta de Galicia (consolidación e estruturación de unidades de investigación competitivas do SUG 2011/041).

# UNHA APROXIMACIÓN ÁS PAUTAS DE INNOVACIÓN DO SECTOR EÓLICO GALEGO

Pedro Varela Vázquez  
Investigador Dpto. de Economía Aplicada  
[pedro.varela@rai.usc.es](mailto:pedro.varela@rai.usc.es)

María del Carmen Sánchez Carreira  
Profesora Dpto. de Economía Aplicada  
[carmela.sanchez@usc.es](mailto:carmela.sanchez@usc.es)

Decembro 2012

## Resumo

A enerxía eólica acadou na última década uns niveis de desenvolvemento considerables en termos de potencia instalada e capacidade tecnolóxica a nivel mundial. Este fenómeno favoreceu unha especialización crecente nos diferentes elos das cadeas de valor desta enerxía renovable e o incremento da masa crítica de axentes. Pola súa banda, Galicia foi escenario dun crecemento significativo da potencia instalada en enerxía eólica, ata convertela na primeira comunidade autónoma en termos de potencia acumulada.

Unha primeira análise das pautas de innovación do sector en Galicia, amosa un segmento industrial ligado á enerxía eólica pouco intensivo en I+D e cunha reducida capacitación en capital humano. Os principais resultados da enquisa realizada sinalan que a principal vía para innovar das empresas de fabricación de compoñentes consiste na incorporación de novos equipos, proceso moi dependente dos provedores. Como resultado, o subsector de fabricación encádrase nunhas actividades moi estandarizadas e de pouco valor engadido.

**Palabras clave:** enerxía eólica, pautas de innovación, cadeas de valor, Galicia

**Clasificación JEL:** O30, O31, O33

## 1 Introducción

A enerxía eólica constitúe unhas das principais enerxías renovables a nivel mundial, conxuntamente coa enerxía hidráulica. O seu crecemento exponencial na última década promoveu a especialización e o incremento da masa crítica en gran parte dos elementos da súa cadea de valor, así como o incremento do seu grao de internacionalización. Neste sentido, o estudo das cadeas de valor ligadas á explotación deste recurso renovable e as súas pautas de innovación acadan importancia crecente para entender a súa integración na economía local. Deste modo, facilítase a análise do nivel de desenvolvemento e o grao de innovación dun novo sector que pode dinamizar e diversificar a estrutura produtiva das economías rexionais.

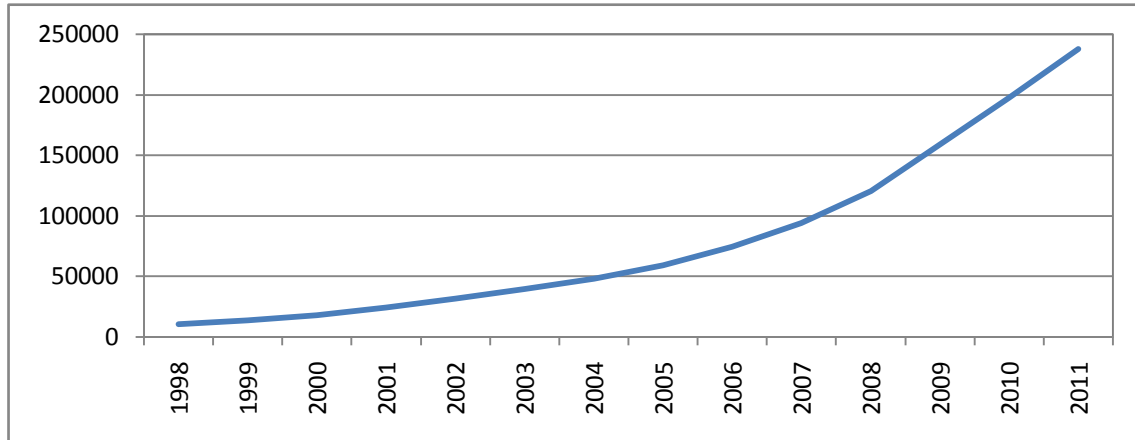
O estudo das pautas de innovación no sector produtivo ligado á explotación da enerxía eólica en Galicia resulta un factor crucial para examinar unha vertente do grao de competitividade dun novo sector económico, que pode constituírse nun dos motores da actividade económica. Así, as fontes e as vías polas cales os sectores innovan son características fundamentais para caracterizalos e, nunha fase posterior, implementar políticas adaptadas a cada caso. Desta forma, o seu papel na acumulación de coñecemento e nas capacidades tecnolóxicas, por un lado, e no seu impacto económico, por outro, non serán os mesmos se o sector se caracteriza pola súa intensidade en I+D ou ben, pola incorporación de novos equipos mercados a provedores. Asemade, tamén constitúe un elemento clave o grao de apertura no eido da colaboración con outros axentes económicos. Estes factores determinan o dinamismo do sector, a súa intensidade innovadora e a existencia de diversos procesos prexudiciais como é o *lock-in* dun sector.

O enfoque utilizado consiste nun estudo de caso das pautas de innovación e cooperación. Para esta análise elaborouse un cuestionario, baseado no Manual de Oslo da OCDE e na Enquisa de Innovación das Empresas do INE, dirixido ás empresas do sector eólico, fundamentalmente, dos subsectores de fabricación de compoñentes e de construción civil.

## 2 O sector eólico. Evolución e cadeas de valor

A enerxía eólica presenta un crecemento exponencial a nivel mundial. Así, dende finais dos anos noventa, pasa de cifras arredor dos 10.000 MW instalados ata os 238.000 MW que se rexistraron no ano 2011. Como se pode apreciar no Gráfico 1, o auxe desta fonte de enerxía renovable presentou unha tendencia netamente crecente no período 1998-2011, evolución que se logrou, en primeira instancia, grazas á nova potencia instalada en Europa e, nunha segunda fase, debido ao auxe en Asia (GWEC, 2012). Entre 1998 e 2002, a enerxía eólica presentou as taxas máis altas de crecemento anual a nivel mundial, posto que os incrementos foron, substancialmente, por riba do 30%. Posteriormente, entre 2002 e 2007, moderáronse paulatinamente as taxas ata situarse arredor do 25%. Nos últimos anos, debido ao incremento exponencial do mercado chinés e indio, o crecemento volveuse situar en torno ao 30% de crecemento anual.

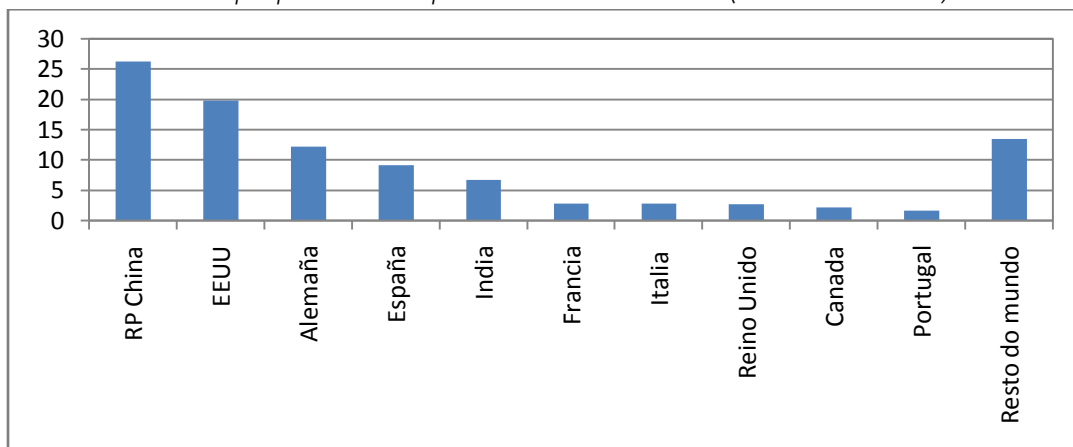
Gráfico 1. Evolución da potencia instalada acumulada a nivel mundial (MW, 1996-2011)



Fonte: GWEC (2012)

Na actualidade, os estados cunha maior proporción de potencia instalada eólica son China e EEUU, que desprazan a países europeos con tradicional liderado, como son Alemaña ou España. Neste sentido, no Gráfico 2 destaca o xigante asiático cun stock de potencia no ano 2011 que equivale ao 26,2% do total mundial. Asemade, tamén lidera a instalación anual de potencia co 43% da nova capacidade no mesmo ano (lb.). Non obstante, Alemaña e España, representando unha proporción do 12,2% e do 9,1% sobre a potencia mundial, respectivamente, perden posicións paulatinamente a favor de mercados emerxentes, entre os que destacan a propia China e India. En 2011, España instalou o 2,6% da nova capacidade eólica mundial. Esta evolución a medio e longo prazo tenderá a consolidarse debido a que países como China, EEUU e India posúen unha gran superficie terrestre con bos rexistros de fluxos de vento e, ademais, contan cunha gran franxa litoral, o que facilitaríaa instalación de potencia eólica mariña.

Gráfico 2. Principais países con maior potencia instalada eólica en 2011 (% sobre o total mundial)



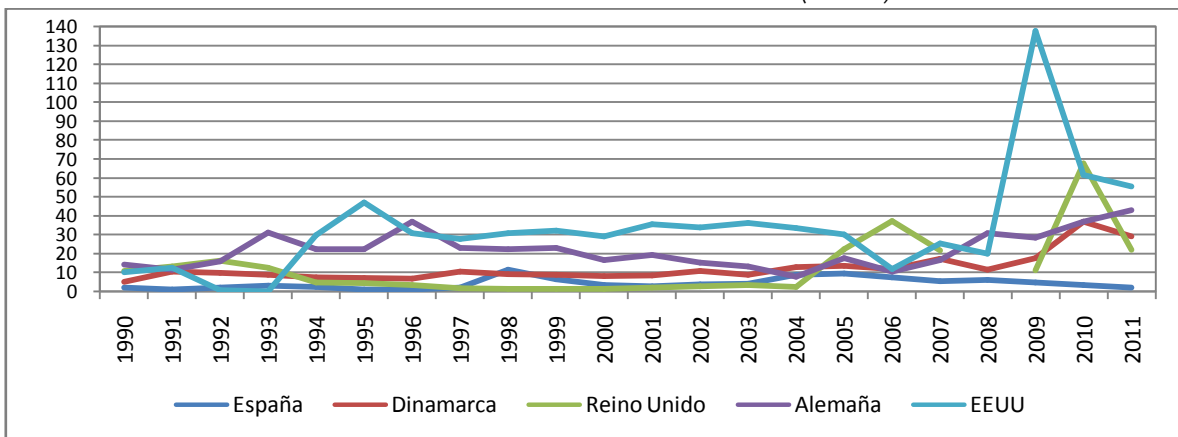
Fonte: GWEC (2012)

Na fabricación mundial de aerogeradores existe un paulatino incremento da participación das empresas asiáticas no reparto da cota de mercado, en sintonía co maior crecemento dos mercados emerxentes asiáticos e a difícil penetración por parte das empresas europeas (Lema *et al.*, 2011; Sousa e Fernandes, 2012). Deste modo, a danesa Vestas segue liderando o mercado en 2010 cunha cota total do 14%, aínda que en anos precedentes roldaba o 20%. Destaca o a auxe das empresas chinesas neste segmento, como as compañías Sinovel (11%), Goldwind (9%) ou Dongfang (7%). Tamén a india Suzlon alcanzou unha cota do 7%. Ademais de Vestas, as seguintes empresas europeas serían a alemá Enercon (7%), a española Gamesa (6%) e a xermano-danesa Siemens Wind Power (6%).

Nas últimas tres décadas, o investimento en I+D da enerxía eólica dos países da OCDE oscilou entre o 1 e o 2% do total investido en I+D enerxética<sup>1</sup>. No ano 2008, o investimento alcanzou o 1,5% (136 millóns de euros) sobre o total. Porén, esta cifra é considerablemente máis reducida que en 1981 (223 millóns de euros), cando as economías desenvolvidas estaban recuperándose da crise do petróleo (IEA, 2009).

No Gráfico 3 móstrase a evolución dos investimentos totais en I+D no eido da enerxía eólica para os tradicionais países líderes. Neste sentido, España tivo uns niveis de investimento moderadamente máis reducidos que mercados de tamaño similar, en termos de potencia instalada, como Alemaña ou EEUU. No ano 2011, tan só se investiron 2 millóns de euros en I+D en España, fronte os 29 de Dinamarca (cunha potencia instalada moito máis reducida), ou os 43 de Alemaña (IEA, 2012). Estes dous últimos países caracterízanse por uns investimentos estables ao longo do tempo, cunha tendencia ao crecemento dende 2008.

Gráfico 3. Evolución dos investimentos totais en I+D eólica (millóns €)<sup>2</sup>



Fonte: Elaboración propia a partir de IEA (2012)

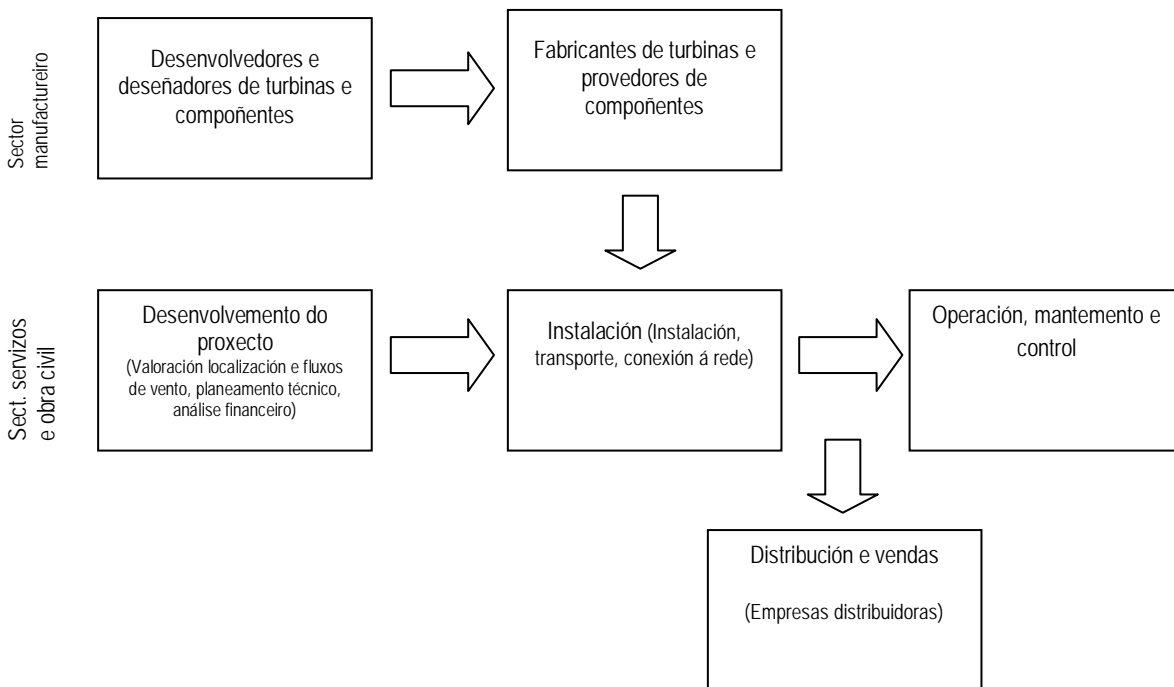
<sup>1</sup> A European Technology Platform for Wind Energy suxire un investimento en I+D eólica de arredor do 3% para poder acadar uns niveis tecnolóxicos suficientes como para afrontar os retos futuros desta tecnoloxía e fomentar o seu desenvolvemento (IEA, 2009).

<sup>2</sup> A prezos e tipos de cambio de 2011. Non existen datos dispoñibles para Reino Unido no ano 2008.

No eido da I+D a nivel mundial, as prioridades son fundamentalmente unha mellora na valoración dos recursos primarios existentes, o incremento da integración das instalacións na rede eléctrica e a estandarización e certificación dos compoñentes e turbinas. Así mesmo, constitúen retos futuros o desenvolvemento de turbinas para aproveitar réximes de vento de baixa intensidade, a mellora dos modelos predictivos e a investigación na ancoraxe das instalacións mariñas (IEA, 2008).

A cadea produtiva da enerxía eólica non só se compón da fabricación dos aerogeneradores e da produción de enerxía eléctrica. Dita cadea é máis complexa e abrangue actividades industriais, de investigación e desenvolvemento, de servizos e de construción civil. No Diagrama 1 descríbese a cadea de valor elemental da enerxía eólica. A análise das cadeas de valor no sector eólico constitúe un factor crucial para o deseño de políticas enerxético-industriais para diversificar o sistema enerxético e, a súa vez, a creación dun novo sector que sexa capaz de xerar postos de traballo e pautas tecnolóxicas innovadoras. Débese considerar as diferentes subactividades como un conxunto interrelacionado, no cal, o todo é máis que a suma das partes, é dicir, un sistema de valor. Desta forma, se nunha rexión existe un maior número de axentes e actividades (masa crítica) e cun elevado nivel de interrelación, os beneficios derivados do sector serán maiores.

Diagrama 1. Cadea de valor elemental do sector eólico



Fonte: Adaptado de Lema et al. (2011); EWEA (2009)

Como se pode apreciar no Diagrama 1, no primeiro elemento da cadea industrial sitúanse as empresas e institutos tecnolóxicos que deseñan e desenvolven novos modelos de turbinas eólicas e compoñentes para os aerogeradores. Estes axentes son os que posúen os deseños industriais e as patentes. Á súa vez, as mesmas empresas que deseñan os modelos poden fabricar directamente os aerogeradores ou, polo contrario, externalizar esta actividade aos fabricantes de compoñentes que traballarían baixo pedido e utilizando os planos dos fabricantes e deseñadores. Xeralmente, a actividade de fabricación de compoñentes en base a deseños alleos, como pode ser a fabricación de góndolas ou torres, soe ter un reducido valor engadido e constitúe unha actividade estandarizada a nivel mundial. Asemade, a intensidade da innovación tende a ser reducida (Varela e Sánchez, 2011). Porén, pode existir unha vía de aprendizaxe se a fabricación deses compoñentes leva aparellada a adopción de estándares internacionais ou innovadores.

A cadea de servizos comeza cos traballos de consultaría topográfica, industrial, financeira e ambiental, para determinar as mellores localizacións dos parques eólicos, os fluxos de vento e os modelos de aerogenerador máis adecuados. Este subsector de servizos de consultaría constitúe parcialmente un foco de creación de coñecemento e de emprego altamente cualificado. Porén, isto sucedería se os requirimentos das administracións públicas son elevados e se cumpren na realidade, especialmente, no caso da consultaría ambiental. Posteriormente, procederíase á instalación do parque eólico, a súa conexión á rede e aos consecuentes traballos de obra civil como camiños, drenaxes e construcións de apoio. Estas actividades xeran, principalmente, empregos no curto prazo durante a instalación do parque eólico, pero as actividades de operación, mantemento e control dos parques necesitan man de obra durante a vida útil. Finalmente, no último elo da cadea sitúanse os produtores da enerxía eléctrica e as empresas distribuidoras que son as encargadas de que a produción chegue ao mercado.

### **3 As pautas de innovación no sector da enerxía eólica en Galicia**

Galicia constitúe a comunidade autónoma española líder en potencia eólica, cun total de 3.287 MW instalados en 2011. Deste modo, cómpre analizar as pautas de innovación das principais cadeas de valor do sector eólico co fin de identificar o nivel de desenvolvemento e os seus graos de innovación.

Para analizar as dinámicas empresariais e de innovación nas empresas do sector eólico en Galicia realizouse unha enquisa presencial dirixida, fundamentalmente, aos fabricantes de compoñentes. O censo de empresas elaborouse mediante a información conseguida a partir da EGA (Asociación Eólica Galega), Sotavento Galicia, AEE (Asociación Empresarial Eólica) e Sabi<sup>3</sup>. Neste sentido, obtívose a resposta de tres empresas de fabricantes de compoñentes e dunha empresa dedicada á construción civil en parques eólicos. O censo dos principais fabricantes de compoñentes en Galicia componse de 12 empresas. Pola súa parte, o conxunto de

---

<sup>3</sup> A base de datos SABI inclúe información económico-financieira de máis de 800.000 empresas españolas.

empresas de construción civil que realizan tarefas ligadas ao sector eólico intégrase por cinco compañías (Varela e Sánchez, forthcoming).

Hai que destacar que a composición das empresas que respostan a enquisa é diversa, pois están presentes os distintos tipos de empresas, segundo tamaño e orixe de capital. Así, hai tres empresas de tamaño mediano (unha de 51 empregados dedicados exclusivamente a estas tarefas, outra de 120 empregados e outra de 100 empregados) e unha grande (de 250 empregados). Segundo a orixe do capital, obtívose resposta de dúas empresas de capital galego e dúas de capital español, sendo unha delas, unha empresa multinacional. Tamén hai que destacar que dúas das empresas (unha de capital galego con importante presenza no exterior e outra de capital español), realizan actividades dese subsector estacionalmente.

O cuestionario utilizado nas enquisas baséase nos criterios do Manual de Oslo e na Enquisa sobre a Innovación nas Empresas do INE. Consta de diferentes apartados, como capital humano, actividades de I+D internas, innovación de produto, de proceso, organizativa, comercial e relacións de cooperación. Eses cuestionarios personalizados dirixíronse aos fabricantes de compoñentes de aeroxeradores e a empresa de construción civil englobados en EGA. Asemade, as preguntas refírense ao período comprendido entre 2008 e 2010.

### 3.1 Caracterización do capital humano

O conxunto de axentes que forman, adestran e reciclan ao capital humano e, o conxunto de interaccións entre eles, son sumamente importantes para describir a tendencia e as pautas de innovación nun territorio. A elección sobre as áreas do coñecemento (académico e técnico) que se necesita potenciar nunha rexión determina as posteriores políticas industriais, tecnolóxicas e científicas. Isto prodúcese debido a que a oferta de capital humano é un input primario para desenvolver calquera polo industrial/tecnolóxico, salvo que se realice cunha participación considerable de man de obra foránea. Pero iso provocaría menos efectos positivos no tecido social dese territorio e menores posibilidades de efectos de demostración e de crecemento endógeno. Neste sentido, a incorporación de capital humano altamente cualificado nas empresas cobra gran importancia en tecidos produtivos de baixo contido tecnolóxico nos que non abunda este tipo de persoal (Vence, 2007). Desta forma, constituiríanse como os axentes que identificarían os problemas tecnolóxicos e de xestión nunha empresa e saberían quen e como se poderían solucionar. Asemade, funcionarían como provedores de solucións ante ameazas de tecnoloxías maduras para a empresa, o chamado problema de *lock-in*. Finalmente, unha alta porcentaxe do cadro de persoal altamente cualificado facilitaría a propia investigación interna e as interaccións con outros axentes do sistema de innovación, o que redundaría nun incremento da cooperación na innovación, debido ao incremento da capacidade de creación, difusión e absorción de coñecemento novidoso.



A análise do capital humano lévase a cabo mediante o estudo de caso composto por tres empresas fabricantes de compoñentes e outra empresa de construción civil. O obxectivo é destacar varias características estruturais derivadas da natureza do sector onde realizan as súas principais actividades.

Gran parte das empresas de mediano e pequeno tamaño (oscilan entre 40 e 200 traballadores) non se dedican exclusivamente á fabricación de compoñentes de aerogeradores, o que se deriva da característica da alta dependencia dos concursos públicos de asignación de potencia do mercado eólico galego. Por iso, é necesario filtrar os perfís profesionais de cada compañía para examinar quen son os responsables da produción ligada a este campo no cadro de persoal. Asemade, o parón que sofre o sector debido á impugnación do concurso autonómico do 2008 e, o atraso e incerteza que aínda rodea ao de 2010, tamén causaron o cambio de perfil de moitas empresas e o peche doutras. Isto implica a necesidade de analizar datos históricos que comprendan o período 2000-2010, con especial atención ao primeiros catro anos, cando se producen os maiores incrementos de produción.

Desta forma, analizando as características cuantitativas e cualitativas do capital humano relacionado coa fabricación de compoñentes, pódense sinalar dous fenómenos significativos que contrastan con varias directrices establecidas nos decretos que regulan a planificación eólica e, especialmente, os plans industriais dos adxudicatarios de Parques Eólicos Empresariais (PEE) durante o últimos dez anos. Neste sentido, tanto fontes gobernamentais como distintos autores (Simón *et al.*, 2010), salientan a necesidade de fixar porcentaxes das compras de aerogeradores que se deben satisfacer en Galicia por ser un sector de alto valor engadido *per se* (sobre todo, se se compara coa obra civil en sentido estrito). Deste xeito, potenciar o sector da construción de compoñentes de aerogeradores, provocaría a creación de empregos de calidade, con altos requirimentos de capital humano. No entanto, os datos recollen que a porcentaxe de traballadores con formación profesional (FP) en pequenas e medianas empresas que se dedican exclusivamente ao campo eólico é claramente superior aos titulados universitarios, posto que alcanzan algo máis da metade do persoal. Os titulados universitarios son o colectivo menos numeroso e, de feito, a porcentaxe do persoal que non posúe ningunha especialización profesional é superior, na maioría dos casos, aos titulados universitarios. Ademais, caracterízanse por ter unha presenza moi dispar no sector, debido a que algunhas empresas alcanzan case o 20% e noutras non hai ningún titulado. Isto indica que existe un posible lastre na realización de tarefas de investigación interna e innovación dentro das empresas por non contar con persoal especializado. Tamén é preocupante que o 32% das persoas non teñan estudos especializados, debido a que as innovacións (sexan de produto ou proceso, derivadas da adquisición de maquinaria ou servizos, compra ou uso baixo licenza de patentes, formación interna, etc.) non serán tan frecuentes como no caso dun capital humano máis formado. Na Táboa 1 pódese observar unha media para as empresas do sector.

Táboa 1. Distribución do emprego medio por nivel educativo<sup>4</sup> en 2011

	Porcentaxe de traballadores
Con estudos universitarios	10,6%
FP (grao superior e medio)	57,4%
Sen especialización	32,0%
TOTAL	100%

Fonte: Elaboración propia

Este factor agrávase cando se comproba que neste tipo de empresas pequenas-medianas apenas existe unha especialización do capital humano no mercado eólico. A maioría dos traballadores foron recolocados no sector en momentos de bonanza neste nicho de mercado, pero na actualidade, vólvese progresiva ou bruscamente ás actividades anteriores. Este último factor provoca que o persoal e a empresa non poidan beneficiarse dos procesos de aprendizaxe e de innovación intrínsecos á acumulación da produción (*learning by doing*), nin que os propios custos medios unitarios se reduzan por mor das economías internas.

Nesta mesma liña, a tendencia a curto prazo é manter esta composición, debido a que tres empresas entrevistadas pretenden contratar durante 2011 ou 2012 maior número de traballadores con FP que titulados universitarios. A outra empresa non ten pensado realizar contratacións, debido á forte redución de actividade; de feito, está a despedir persoal. Seguindo as mesmas pautas anteriores, dúas das empresas que queren contratar persoal, inclinaranse, unicamente, polo perfil de FP.

### 3.2 Unha análise cualitativa das actividades innovadoras

Neste apartado examínanse as dinámicas de investigación e innovadoras das empresas do sector, así como as súas pautas de cooperación cos demais axentes do sistema de I+D+I.

#### a) As actividades de I+D internas

As catro empresas analizadas do sector eólico galego caracterízanse por unha baixa intensidade de I+D. Neste sentido, só unha empresa das catro consultadas, afirma que realiza actividades de I+D internas de forma periódica. Ademais, a empresa activa neste campo, baseou as súas investigacións nun prototipo de torre para aeroxeradores con materiais novos, novidade que aínda non se introduciu no mercado. O seu nicho de mercado non é especificamente a fabricación de compoñentes eólicos ou montaxe de instalacións secundarias de parques eólicos, senón que se trata dunha actividade secundaria que cobrou importancia a

<sup>4</sup> Construíuse a media utilizando unha media ponderada en función dos traballadores de cada empresa dedicados a estas tarefas e en base ao peso sobre o total de empresas estudadas. Considéranse aos titulados en Educación Secundaria Obrigatoria (ESO) e Bacharelato como “non especializados”, debido a que non contan cun coñecemento académico ou técnico enfocado a un campo determinado.

mediados da década pasada, debido ao auxe do sector eólico. Pola súa banda, en dúas das empresas, a súa actividade principal é esta enerxía renovable, pero non realizan ningún tipo de I+D porque traballan, basicamente, baixo pedido. O propio cliente proporciónalle os diferentes planos ao fabricante e os requirimentos técnicos necesarios; pero en todo caso, trátase duns produtos e servizos estandarizados a nivel estatal e europeo.

Outro factor moi significativo é que a empresa que dedica elevados recursos a I+D nese sector, posúe a mesma dinámica nas súas actividades máis "tradicionais", que son as de obra civil. De feito, esta empresa ten un departamento de enxeñaría/deseño e I+D consolidado, onde é práctica común realizar deseños experimentais e probas piloto. Polo tanto, pódese afirmar que a propia actividade de fabricación (inserida nas rutinas de mercado) e o seu modelo de desenvolvemento non incentivan a realizar tarefas de investigación básica, aplicada ou desenvolvemento experimental, senón que cando se produce débese a rutinas internas das propias empresas, provocadas por outras actividades que son principais.

Estes resultados son consistentes coa estrutura do capital humano analizada anteriormente. O baixo nivel de persoal con estudos universitarios (en torno ao 10%) implica unha baixa capacidade de investigación e de desenvolvemento. Aínda así, a proporción, relativamente numerosa, de técnicos de FP proporciona unha axuda importante para que os procesos se realicen correctamente e, que sexan unha fonte de innovacións de proceso.

Por último, débese sinalar que ao analizar se as empresas realizaron compra de servizos de I+D mediante contrato, convenio ou outra modalidade, a situación reflectida é análoga ao caso da I+D interna. Desta forma, as empresas que non realizaron esta última actividade tampouco compraron I+D a terceiros. No caso da empresa activa no campo da investigación, sinalase que lle compraron estes servizos a empresas do grupo e á Universidade de Vigo, o que indica un nivel significativo de colaboración con universidades. Porén, as aplicacións do novo material que se están probando na empresa teñen funcións polivalentes, con efectos secundarios na actividade de fabricación/instalación de compoñentes eólicos.

### *b) Natureza, factores determinantes e amplitude da innovación*

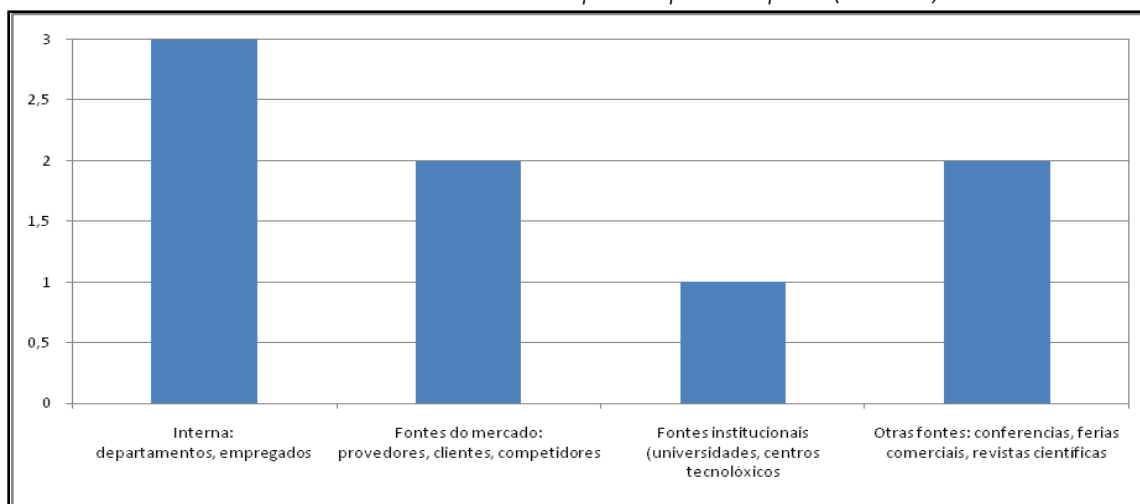
A innovación pode constituír o resultado no mercado das investigacións e desenvolvementos de novos produtos, servizos ou procesos (o chamado modelo "*science-technology-innovation*"). Agora ben, tamén pode significar, en si mesma, o proceso polo cal novos ou mellorados bens, servizos ou procesos se introducen no mercado sen necesidade de estar apoiados por un proceso baseado na ciencia. Estaríamos ante o caso dun modelo "*doing-using-interacting*". Desta forma, no apartado anterior, comprobouse que só unha empresa realizaba tarefas de I+D de forma sistemática. Isto non implica que a empresa que realice estas tarefas sexa

innovadora e o resto non, posto que hai diferentes formas de incorporar o coñecemento, diferente á tradicional baseada na ciencia.

Porén, antes de entrar a analizar as distintas actividades que se realizan para acadar as diferentes tipoloxías de innovación, cómpre examinar as fontes e canles polas cales as empresas captan a información necesaria. Estes elementos estarían estreitamente relacionados coas actividades, aínda cunha menor desagregación, posto que se unha empresa realiza actividades de compra de maquinaria a provedores para innovar, o máis seguro é que as súas principais fontes de información serán de mercado. Desta forma, as fontes internas engloban aos propios empregados e departamentos. As fontes de mercado son os clientes, provedores, competidores, consultores, etc. Por fontes institucionais enténdense as universidades ou centros tecnolóxicos, entre outros. Por último, a rúbrica “outras fontes” recolle as feiras especializadas, conferencias, revistas científicas, exposicións, etc.

Neste sentido, o Gráfico 4 amosa que a maioría das empresas sitúan as fontes internas como as principais fontes de información para innovar, en detrimento doutras canles, como poden ser universidades ou centros tecnolóxicos. O relativo desinterese polas vías institucionais, pode ser unha consecuencia da falta de capital humano especializado e polas características específicas dos produtos comercializados: bens estandarizados, vendidos baixo pedido, nos que se realizan pequenos cambios mediante supervisión cos clientes. Asemade, os reducidos niveis de investimento en I+D fan tamén máis difícil a captación de coñecemento e ideas do mundo máis académico ou tecnolóxico. Desta forma, a importancia das fontes internas estriba nas pequenas melloras e cambios introducidos polo propio proceso de produción; sería un exemplo do famoso *learning by doing*.

Gráfico 4. Fontes de información máis importantes para as empresas (2008-2010)

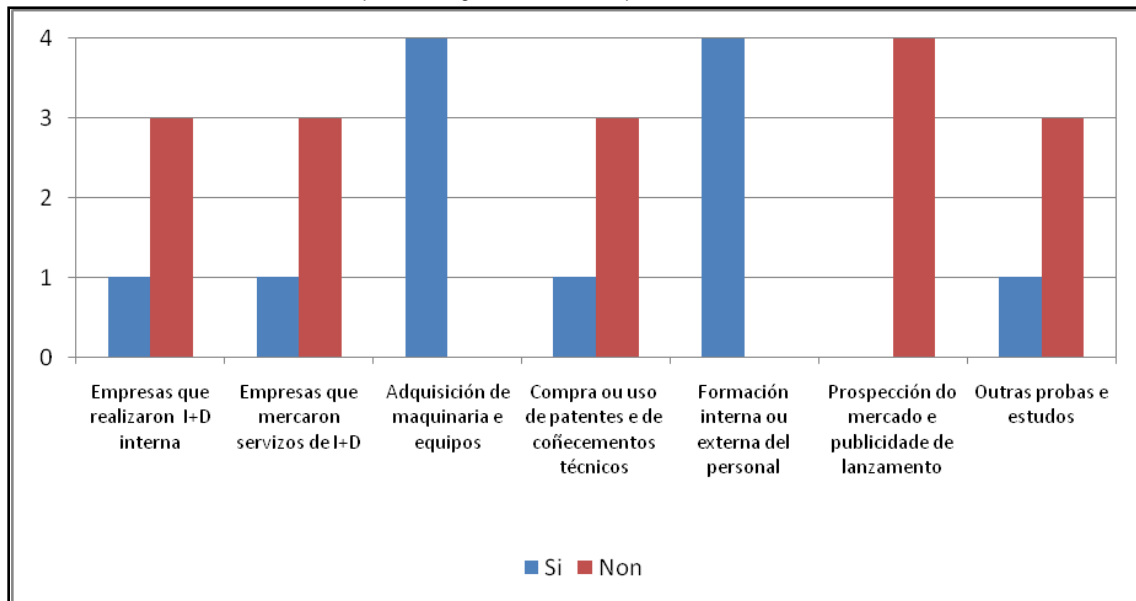


Fonte: Elaboración propia

Por outra banda, a relativa importancia das fontes de mercado deixa entrever varios factores significativos na actividade deste sector: as fortes interrelacións cos clientes en moitos casos (traballo baixo pedido); e a adquisición de maquinaria e equipos especializados que, como se poderá apreciar, constitúe unha actividade crucial para a incorporación de innovacións.

A asistencia a feiras comerciais e exposicións cobra relevancia dada a maior necesidade de diversificación e de promoción na actualidade. Asemade, unha das empresas afirmou que se chegou a asociar con empresas do sector para poder asistir conxuntamente a este tipo de eventos. Analizando as distintas actividades para a incorporación de innovación, pódese comprobar nun primeiro exame que todas as empresas innovan, incluídas as que non dedican recursos a I+D, tendo especial importancia as innovacións de proceso. Neste sentido, no Gráfico 5, apréciase un rumbo claro no sector pola incorporación de coñecemento mediante a adquisición de maquinaria, equipos, hardware ou software destinado á produción de produtos novos ou mellorados significativamente, debido a que esta acción realízana as catro empresas consultadas. Asemade, este tipo de adquisicións de equipo necesitan unhas destrezas especiais e diferentes ás que o persoal estaba habituado; as mesmas firmas sinalan que foi necesario levar a cabo tarefas de formación e reciclaxe dos traballadores no manexo dos novos equipos. No caso da empresa que leva a cabo tarefas de I+D internas, fíxose fincapé na reciclaxe continua dos traballadores nas novas aplicacións informáticas que se estaban introducindo na empresa, aínda que a súa finalidade principal non era o deseño ou produción de compoñentes eólicos ou a súa instalación.

Gráfico 5. Vías para conseguir innovación de produto ou de servizo (2008-2010)



Fonte: Elaboración propia

No resto de actividades para a incorporación de coñecementos na cadea produtiva co fin de producir bens e servizos novos, ou mellorados significativamente e, procesos novos, as compañías apenas están presentes e a diversificación das canles de incorporación deste input está moi concentrada na empresa que posúe unha dinámica investigadora e innovadora. Desta forma, coincide que a única empresa que comprou servizos de I+D a diferentes entes, comprou e usou patentes ou invencións non patentadas e outros coñecementos técnicos e realizou actividades de I+D interna. Así, presenta o perfil máis completo nas súas actividades de investigación. No entanto, unha das empresas que incorporou coñecemento mediante compra de equipo, realizou probas e estudos no campo da fabricación de torres de aerogeradores.

O sector de fabricación de compoñentes eólicos e de construción civil en Galicia posúe unhas pautas de innovación moi marcadas, que se poden inferir mediante o estudo coa mostra de catro empresas do sector. Neste sentido, tres das catro empresas pódense inserir nun modo de innovación dominado polos provedores, seguindo a taxonomía de Pavitt (1984), posto que a maior fonte de innovación (de produto, servizo, proceso, organización ou comercialización) consiste na incorporación de nova maquinaria especializada. Ademais, combínase a incorporación de maquinaria coa formación interna ou externa do persoal para desenvolver novas tarefas e novos métodos. Con todo, unha cuarta empresa non se encadraría en ningún dos modos de innovación, xa que, por unha banda, posúe un método baseado na ciencia, pero tamén incorpora novos equipos e maquinaria ao proceso de produción. Este último caso asimílese ao dunha empresa que ten varias liñas de produción diferentes, con distintos mercados obxectivos e diferentes necesidades técnicas e dinámicas de funcionamento. Asemade, cómpre non descartar a vía de provedores especializados, debido a que gran parte do modelo de negocio das empresas consiste na fabricación personalizada e baixo pedido de moitas pezas e maquinaria para os aerogeradores. Desta forma, un cliente esixe unhas compoñentes cunhas determinadas especificacións técnicas e, estas empresas fábrícanos a medida. Ora ben, este modo de innovación non está moi claro porque a fabricación realízase en base a plano e a aprendizaxe que se produce pola experiencia con diferentes clientes é reducida; porque as propias empresas afirman que teñen que negociar cos clientes se realizan algunha modificación non estipulada no pedido e que non son moi habituais. Aínda así, é unha canle que non se debería desprezar posto que, como se poderá apreciar ao analizar a cooperación, os clientes representan unha vía decisiva para a incorporación de coñecemento á actividade produtiva.

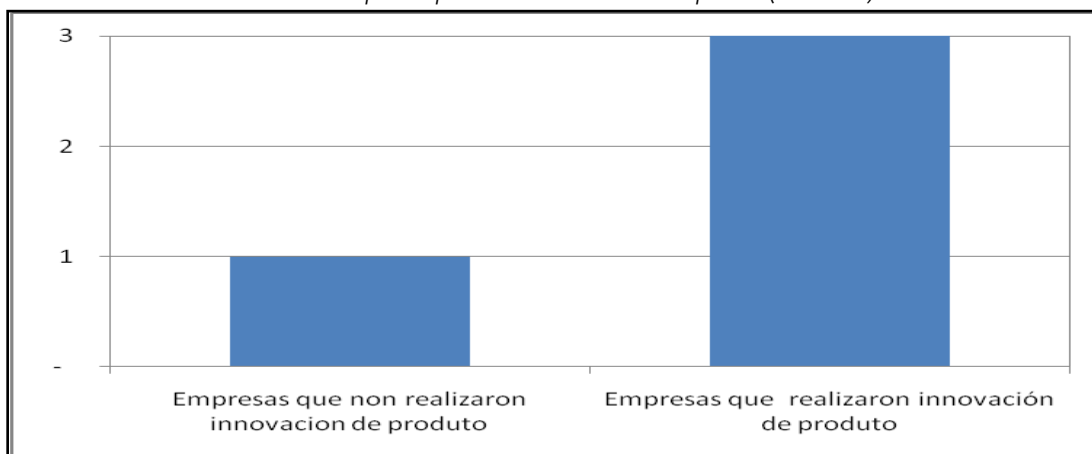
### *c) Tipoloxía e ámbito da innovación*

Unha innovación de produto, segundo o Manual de Oslo, consiste *"na introdución dun ben ou servizo novo, ou significativamente mellorado, en canto ás súas características ou en canto ao uso ao que se destina. Esta definición inclúe a mellora significativa das características técnicas, dos compoñentes e dos materiais, da*

*información integrada, da facilidade de uso e outras características funcionais*" (OCDE e Eurostat, 2005, p. 58). Seguindo esta definición, a innovación de produto comprende tanto bens como servizos e non só novos, senón tamén mellorados substancialmente, ou que poidan orixinar un beneficio adicional derivado da súa utilización.

Neste sentido, aínda que as empresas do sector teñan moi concentradas as canles para realizar innovacións nuns modelos moi dependentes dos provedores de equipo, débese sinalar que son moi activas no campo das innovacións de produto. Como se pode observar no Gráfico 6, tres das catro empresas realizaron innovacións de produto no período 2008-2010. Na maioría dos casos, as innovacións foron produtos mellorados, debido a cambios nos procesos derivados de adquisición de maquinaria e equipos novos e, nas interaccións con clientes e outros entes que configuraron un marco de aprendizaxe continua. Polo tanto, non se trata de innovacións de produtos ou servizos radicais nin para o mercado nin para a propia empresa.

Gráfico 6. Empresas que realizaron innovacións de produto (2008-2010)



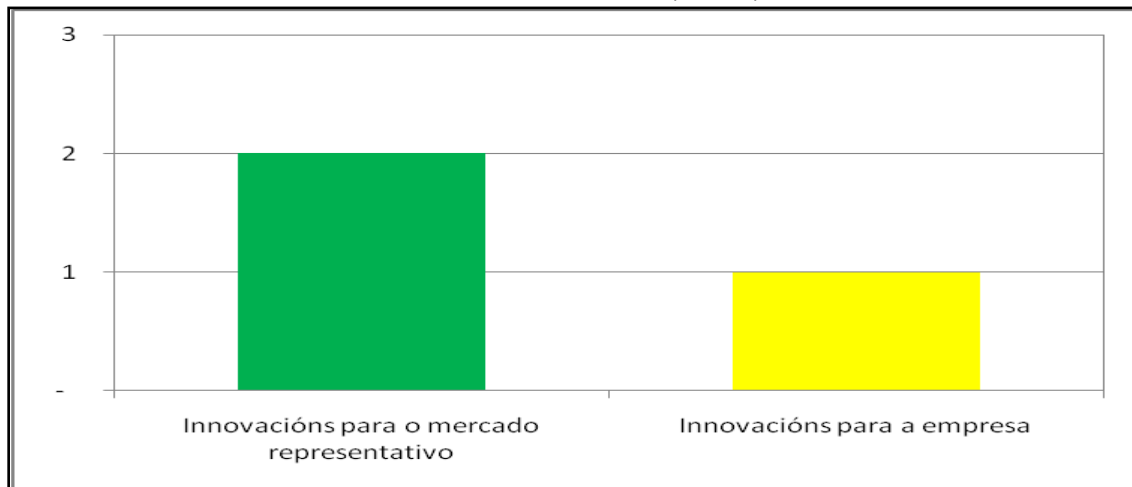
Fonte: Elaboración propia

Aínda que no Manual de Oslo (3ª edición), se considera innovación indistintamente de que o sexa para a empresa ou para o mercado, tamén é decisivo analizar a relevancia das innovacións. Isto débese a que non posúe o mesmo efecto unha innovación para a propia empresa que unha que o sexa para o mercado en cuestión. Desta forma, as consecuencias, tanto na cifra de negocio como na competitividade da empresa e do sector son de diferente intensidade. Asemade, as vías polas que se consegue unha innovación para a empresa ou unha para o mercado representativo tamén difiren.

Dentro desta liña argumental, para comprobar a relevancia da innovación seleccionáronse as tres empresas que introduciron algunha innovación no período 2008-2010. Os datos que ofrece o Gráfico 7 mostran que dúas empresas innovaron en produto en referencia ao seu mercado e a outra só introduciu un produto estandarizado para a maioría das empresas. En relación coas empresas que realizaron innovacións para o

mercado, unha delas introduciu hai dous anos un produto novo entre as empresas radicadas en España e Portugal<sup>5</sup>, pero a dinámica de avance tecnolóxico en que está inmerso todo o sector eólico provocou que se estendese a todo o sector. Na outra empresa, a innovación de produto que estaba a realizar e que aínda non chegou ao mercado pódese chegar a considerar “radical” para o mercado estatal, debido á utilización dun material novo na fabricación de torres como é o formigón. Porén, este material chegouse a utilizar en Europa na década dos oitenta, en especial en Dinamarca e Alemaña, sendo desprazado polo aceiro na construción de torres debido ao problema dos elevados custos nos primeiros modelos (Hau, 2005).

Gráfico 7. Relevancia das innovacións introducidas polas empresas (2008-2010)



Fonte: Elaboración propia

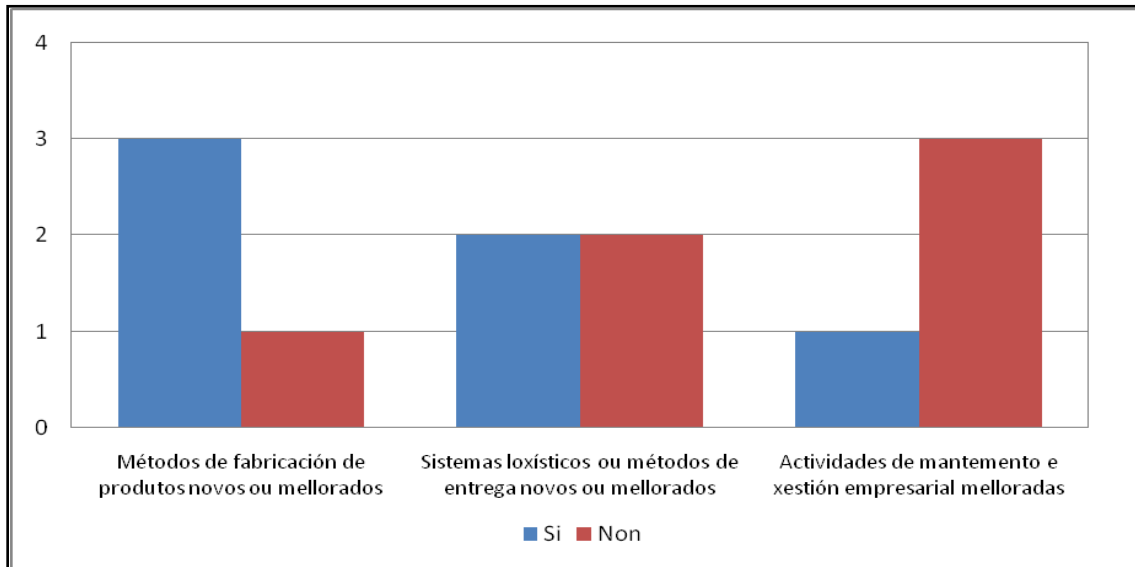
Por outra banda, unha innovación de proceso, seguindo o Manual de Oslo, consiste “na introdución dun novo, ou significativamente mellorado, proceso de produción ou de distribución. Iso implica cambios nas técnicas, os materiais e/ou programas informáticos” (OCDE e Eurostat, 2005, p. 59). As innovacións de proceso van ser fundamentais no sector, porque a canle principal de introdución de innovacións é a adquisición de equipos que teñen unha implicación directa nos procesos de produción. Trátase de sectores dominados polos provedores, segundo a taxonomía de Pavitt (1984). A finalidade das innovacións de proceso poden ser a rebaixa dos custos unitarios, mellorar a calidade ou producir bens e servizos novos ou mellorados.

Dentro do sector pódese adiviñar un certo rumbo cara ás innovacións de proceso centradas no método de fabricación e, non tanto cara ao resto de tipoloxías de innovacións de proceso (Gráfico 8). Novamente, a empresa que realizou todos os tipos de innovacións neste campo é a empresa multinacional que mostra mellores comportamentos no capital humano, na investigación interna e, nas innovacións de produto.

<sup>5</sup> Só dúas empresas, unha localizada en España e outra en Portugal, podían fabricar este produto coas mesmas especificacións técnicas.



Gráfico 8. Empresas que realizan os diversos tipos de innovacións de proceso (2008-2010)



Fonte: Elaboración propia

Por outra banda, unha empresa que só estivo cinco anos (2000-2004) no sector de fabricación de compoñentes eólicos non realizou ningún tipo de innovación nese período debido ao carácter conxuntural da súa actividade.

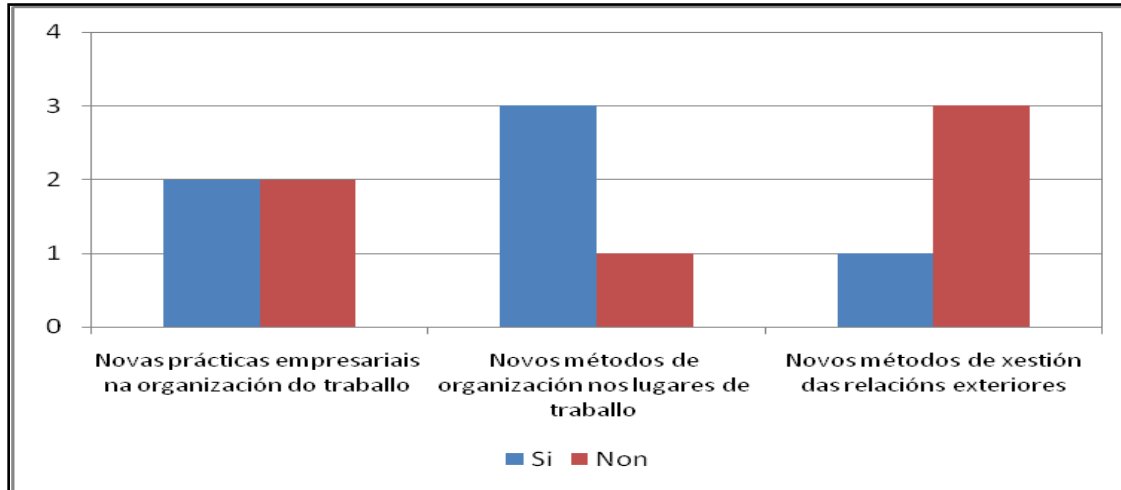
As innovacións organizativas, segundo o Manual de Oslo, consisten “na introdución dun novo método organizativo nas prácticas, na organización do lugar de traballo ou nas relacións exteriores da empresa” (OCDE e Eurostat, 2005, p. 62). Seguindo a mesma fonte, os propósitos das innovacións organizativas poden ser varios, como a redución dos custos administrativos, dos custos de transacción, de subministro ou acceso a bens non comercializables, como pode ser o coñecemento anteriormente non catalogado.

Dentro do caso de estudo, o Gráfico 9 resalta a importancia das innovacións dos métodos de organización no lugar de traballo para acadar un mellor reparto de responsabilidades e de decisión, por exemplo, mediante unha restructuración da empresa que lle dea máis autonomía aos traballadores ou á adaptación do método *just in time* ou a produción baixo pedido, que é a maioritaria neste sector. Tres das catro empresas innovaron neste sentido.

A introdución de novos métodos de organización nos lugares de traballo, que consisten na forma de organizar as rutinas e os procedementos de traballo como, por exemplo, novas formas de aprendizaxe e de difusión do coñecemento, é máis reducida, afectando tan só á metade das empresas analizadas. Por outra banda, as innovacións referidas aos novos métodos de xestión das relacións exteriores presentan unha baixa relevancia en toda a mostra, o que parece indicar a reducida importancia que ten a cooperación na investigación e na innovación dentro da empresa, posto que se reflicte nunha menor actividade innovadora nas formas e procedementos que articula a empresa para relacionarse activamente con outras empresas ou institucións.

Finalmente, no eido da relevancia deste tipo de innovación, cómpre afirmar que na súa totalidade, foron innovacións só para a empresa.

Gráfico 9. Porcentaxe de empresas que realizaron as diferentes modalidades de innovación organizativa (2008-2010)



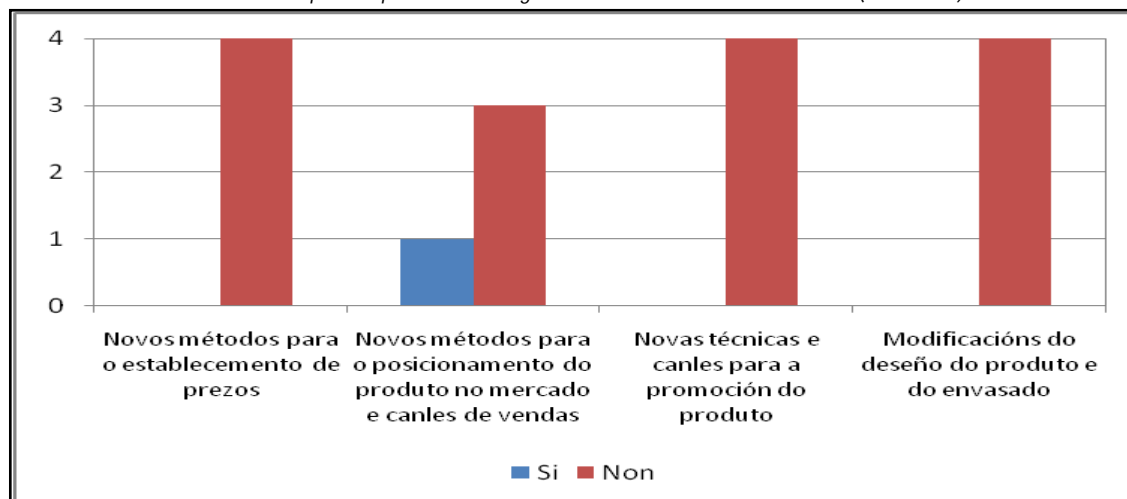
Fonte: Elaboración propia

As innovacións de comercialización, segundo a Enquisa sobre a Innovación nas Empresas (INE), ou innovacións en mercadotecnia, dende o punto de vista do Manual de Oslo, consisten na implantación de novas estratexias e conceptos que supoñan un cambio significativo no deseño, forma e envasado, posicionamento no mercado e as súas políticas de prezos e promoción.

Este eido é o que reflicte peor comportamento, posto que tan só unha empresa das catro analizadas afirma que traballou en novos métodos de posicionamento do produto (Gráfico 10) que consistiron na asociación con empresas do sector (moitas delas non fabrican o mesmo) para concorrer a grandes concursos, feiras do sector e para realizar *outsourcing* (externalización de actividades non principais), aínda que esta última actividade non entra dentro da definición.

As principais razóns para esta atonía son, por unha parte, as comúns para tódalas tipoloxías de innovacións: o sector está inserto nunha dinámica de forte inestabilidade, o que debilita a innovación, xa que moitas empresas entran e saen do mercado dependendo do nivel de actividade. Por outra banda, a estabilidade do seu modelo de negocio baseado na produción baixo pedido a uns clientes, que son xeralmente os mesmos, non axuda a introducir novas técnicas e canles de promoción nin novos métodos de posicionamento no mercado. Non obstante, os problemas de actividade que están a sufrir os produtores galegos na actualidade poderían provocar unha maior énfase na promoción dos produtos e novas canles de posicionamento para diversificar os mercados.

Gráfico 10. Empresas que realizaron algunha innovación de comercialización (2008-2010)



Fonte: Elaboración propia

#### d) Colaboración na innovación entre axentes

A cooperación é outro elemento determinante que pode contribuír á formación das capacidades de investigación dun axente do sistema nacional de innovación (por exemplo, unha empresa, universidade ou un centro tecnolóxico) e na construción das capacidades innovadoras. Ademais, pode xerar dinámicas e círculos virtuosos ao pór en contacto diferentes elementos inseridos en realidades diferentes. Desta forma, unha das vantaxes da globalización da cooperación, ademais de resultar unha necesidade crecente pola maior esixencia de capacidades cada vez máis específicas e multidisciplinares, é que representa a posibilidade de estar en contacto moi próximo con diferentes marcos creativos e dinámicas de procesos.

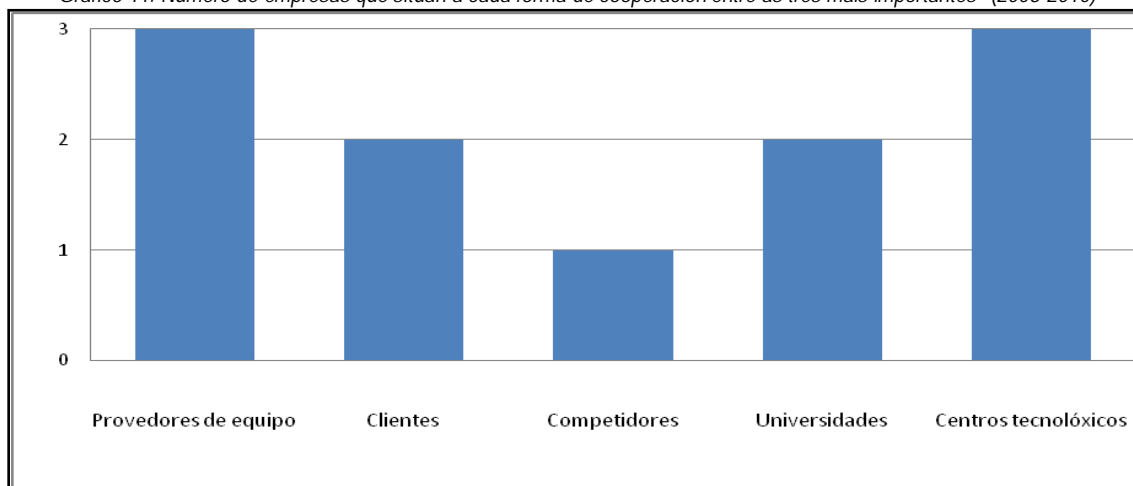
Dun modo máis concreto, a cooperación en innovación consiste na participación activa entre organizacións e/ou institucións non comerciais, implicando unha vinculación máis estreita que o propio contacto puntual provocado pola actividade produtiva entre clientes, competidores, etc. Así mesmo, a cooperación pode ser formal, mediante contratos ou convenios de colaboración activa entre todas as partes; ou unha colaboración máis informal, pero continua e activa, que se poida establecer entre clientes, provedores ou competidores para mellorar ou crear produtos e servizos novos.

A cooperación pode suceder na cadea de subministrados –vertical– (OCDE e Eurostat, 2005) integrando aos provedores e clientes, ou tamén pode ser horizontal, constituíndose entre empresas e centros públicos de investigación.

Neste sentido, polas características do sector, a priori serían máis frecuentes os vínculos cooperativos verticais, ao fabricar baixo plano e pedido e, menores as colaboracións horizontais, dada a baixa dinámica investigadora das propias empresas e a escaseza de persoal cualificado. Por outra banda, tódalas empresas analizadas realizan algún tipo de cooperación.

Con todo, como mostra o Gráfico 11, a cooperación vertical (provedores de equipo, compoñentes e *software* e clientes) e a horizontal (organismos públicos de investigación e centros tecnolóxicos, universidades e competidores) presentan un peso moi similar. Dalgunha maneira, é necesario relativizar certas relacións de cooperación horizontal. Nalgúns casos, foron unha condición necesaria para realizar ensaios sobre novos procesos, que non se puideron levar a cabo nas propias instalacións da compañía, de organismos públicos de investigación ou centros tecnolóxicos. Así, confírese un papel máis pasivo á empresa, achegándose ao concepto de subcontratación. Por outra banda, dentro da colaboración horizontal destacan as universidades cun peso análogo aos provedores e superior aos clientes; pero a súa importancia debe matizarse debido a dous feitos: a baixa porcentaxe de persoal con estudos universitarios (tres das catro empresas sitúanse en valores moi próximos ao 10% e outra non ten ningún traballador con estudos superiores dedicándose á fabricación de compoñentes de aeroxeradores) dificulta notablemente estas relacións activas. Doutra banda, das tres empresas que sinalaron ás universidades como axentes importantes na colaboración, dúas delas non realizan ningunha actividade de I+D interna, nin compraron nin subcontrataron servizos de I+D. Tamén afirman que as vías principais polas que innovaron foron a compra de equipo, polo que non mostra, en aparencia, unha bagaxe suficiente como para levar a cabo unha colaboración activa entre entes académicos e de investigación e as propias empresas.

Gráfico 11. Número de empresas que sitúan a cada forma de cooperación entre as tres máis importantes<sup>6</sup> (2008-2010)



Fonte: Elaboración propia

En canto aos competidores e, consultores e laboratorios privados de I+D cómpre sinalar a atonía. No caso dos competidores, a súa escasa importancia queda reflectida en que tres das catro empresas consultadas,

<sup>6</sup> No Gráfico 11 non aparece a categoría de consultores e institutos privados de I+D debido a que ningunha das empresas da mostra a sitúan entre as 3 principais na cooperación para innovar.

indican expresamente que as súas empresas competidoras representan unha ameaza, debido a que hai un exceso de capacidade produtiva para o nivel de actividade existente.

Finalmente, a importancia da cooperación vertical (de subministros) queda reflectida indirectamente polas dinámicas empresariais, tanto no campo da investigación interna como no da innovación.

## 4 Conclusións

A enerxía eólica presenta unha evolución, en termos de potencia instalada, moi positiva ao longo da última década. O seu crecemento exponencial neste período e a súa longa traxectoria tecnolóxica posibilitaron o desenvolvemento dunha serie de cadeas de valor moi definidas e especializadas. Neste sentido, pódense diferenciar claramente unha cadea de valor ligada ao sector industrial e outra relacionada coas actividades de servizos e de construción civil de parques eólicos.

Galicia presenta a potencia eólica instalada máis alta das rexións españolas, acadando 3.287 MW a finais do ano 2011. A análise das pautas de innovación de varios subsectores das cadeas de valor e o seu papel dentro do sector eólico galego, amosa o valor engadido das ramas produtivas ligadas co aproveitamento eólico e a capacidade de creación de emprego cualificado.

O estudo, baseado na análise de tres empresas de fabricantes de compoñentes de aeroxeradores e unha empresa de construción civil, describe un sector moi dependente da adquisición de nova maquinaria e equipos, que constitúe a principal vía para conseguir innovacións de produto. Isto reflicte un sector moi dependente dos provedores para poder innovar, trazo característico dos sectores tradicionais como son as actividades agropecuarias. Asemade, a reducida capacitación do capital humano cualificado e a natureza inestable do sector eólico galego non incentivan a realización de actividades de I+D interna.

As diferentes empresas apenas realizan actividades de innovación, salvo certos tipos, como as innovacións de produto, pero en contadas ocasións constitúen innovacións para o mercado representativo. Esta dinámica empresarial axústase aos traballos executados polas empresas do eido industrial do sector eólico galego, posto que traballan baixo plano e non é habitual incorporar melloras aos pedidos. Esta dependencia dos deseños e patentes foráneas causa que os produtos e servizos elaborados estean moi estandarizados.

Finalmente, a colaboración no eido da innovación limitase á colaboración vertical, dentro da cadea de subministros, con provedores e clientes. A reducida capacitación interna das empresas constitúe un impedimento para manter unhas relacións activas e estables ao longo do tempo con universidades ou centros tecnolóxicos. Deste modo, amósase un significativo grao de peche no sector arredor de actividades tradicionais e estandarizadas. A análise das pautas de innovación e de colaboración describen un sector pouco dinámico.

## 5 Bibliografía

- AEE (2011): *Estudio Macroeconómico del Impacto del Sector Eólico en España*. [En liña]. Asociación Empresarial Eólica. [ref. decembro 2011]. Disponible en web: [http://www.aeeolica.org/uploads/documents/MACRO\\_DELOITTE%202011\\_WEB.pdf](http://www.aeeolica.org/uploads/documents/MACRO_DELOITTE%202011_WEB.pdf)
- EGA (2011): *Datos de socios, fabricantes de componentes y promotores eólicos* [en liña]. Asociación Eólica de Galicia. [ref. outubro de 2011]. Disponible en web: <http://www.ega-asociacioneolicagalicia.es/ga/>
- EWEA (2009): *Wind Energy- the Facts: A Guide to the Technology, Economics and Future of Wind Power*. Londres, Earthscan.
- GWEC (2012): *Global Wind Report. Annual market update 2011*. Global Wind Energy Council. [ref. novembro de 2012]. Disponible en web: [www.gwec.net](http://www.gwec.net).
- Hau, E. (2005): *Windturbines: Fundamentals, Technologies, Application, and Economics*. 2ª ed. Berlin, New York: Springer.
- IEA (2008): *Renewable Energy Essentials: Wind*, International Energy Agency. [ref. decembro de 2012]. Disponible en web: <http://www.iea.org/topics/windpower/>
- IEA (2009): *Technology Roadmap. Wind Energy*, International Energy Agency. [ref. decembro de 2012]. Disponible en web: <http://www.iea.org/topics/windpower/>
- IEA (2012): *Energy Technology RD&D 2012 edition*, International Energy Agency. [ref. decembro de 2012]. Disponible en web: <http://www.iea.org/stats/rd.asp>
- INE (2010): *Encuesta sobre la innovación en las empresas de 2009* [en liña]. Instituto Nacional de Estadística. [ref. 3 abril de 2011]. Disponible en web: [http://www.ine.es/daco/daco42/daco4221/ite\\_cues09.pdf](http://www.ine.es/daco/daco42/daco4221/ite_cues09.pdf)
- Lema, R. et al. (2011): *Competition and Cooperation between Europe and China in the Wind Power Sector*. (Working Paper 2011-377). Brighton, Institute of Development Studies (IDS).
- OCDE; Eurostat (2005): *Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. OCDE e Eurostat.
- Pavitt, K. (1984): "Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory", *Research Policy*, vol. 13, nº 6, pp. 343-373.
- Simón, X. et al. (2010): *Os plans eólicos empresariais no sector eólico galego. Unha análise do seu grado de desenvolvemento*. Vigo: Consello Social (Universidade de Vigo).
- Sotavento Galicia (2011): *Área técnica y enlaces agentes del sector eólico*. [En liña]. Sotavento Galicia. [ref. outubro 2011]. Disponible en web: [http://www.sotaventogalicia.com/area\\_tecnica/presentacion.php](http://www.sotaventogalicia.com/area_tecnica/presentacion.php)
- Sousa, W.; Fernandes, A. (2012): "Global Wind Energy Market, Industry and Economic Impacts", *Energy and Environment Research*, vol. 2, nº 1, pp. 79-97.
- Varela, P.; Sánchez, M.C. (2011): "The development of wind energy in Galicia: public policies, effects on the economy and international comparison", *51<sup>st</sup> ERS Conference*, Barcelona.

Varela, P.; Sánchez, M.C. (forthcoming): "Estado de desenvolvemento do sector da enerxía eólica en Galicia dende unha perspectiva de clúster", *Revista Galega de Economía*.

Vence, X. (2007): "Una nueva generación de políticas de innovación: una perspectiva sistémica, territorial y social", en X. Vence [coord.]: *Crecimiento y políticas de innovación*, pp. 81-100. Madrid: Pirámide.