

**INSTRUMENTOS PARA A  
PROMOCIÓN DO SECTOR EÓLICO.  
ANÁLISE DENDE UNHA  
PERSPECTIVA INTERNACIONAL**

**PEDRO VARELA VÁZQUEZ  
MARÍA DEL CARMEN SÁNCHEZ CARREIRA**

**UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA**



INSTRUMENTOS PARA A  
PROMOCIÓN DO SECTOR EÓLICO.  
ANÁLISE DENDE UNHA  
PERSPECTIVA INTERNACIONAL

Pedro Varela Vázquez  
María del Carmen Sánchez Carreira

2018

UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



Esta obra atópase baixo unha licenza internacional Creative Commons BY-NC-ND 4.0. Calquera forma de reprodución, distribución, comunicación pública ou transformación desta obra non incluída na licenza Creative Commons BY-NC-ND 4.0 só pode ser realizada coa autorización expresa dos titulares, salvo excepción prevista pola lei. Pode acceder Vde. ao texto completo da licenza nesta ligazón: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.gl>

© Universidade de Santiago de Compostela, 2018

**Edita**

Servizo de Publicacións e Intercambio Científico  
Campus Vida  
15782 Santiago de Compostela  
[usc.es/publicacions](http://usc.es/publicacions)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15304/9788416954643>  
ISBN 978-84-16954-64-3



## Contenido

Introdución .....	9
-------------------	---

### Parte I.

Os efectos socioeconómicos da enerxía eólica e os seus procesos de mellora sectorial.....	13
---	----

1. A enerxía eólica e a transición enerxética e de modelo de desenvolvemento económico..... 15
2. O proceso de innovación sectorial dende unha perspectiva sistémica ..... 25
3. O papel da transferencia tecnolóxica e da aprendizaxe interactiva nos procesos de mellora produtiva..... 30

### Parte II.

Os instrumentos de promoción do sector eólico .....	35
---	----

1. As políticas de promoción do sector eólico..... 37
2. A creación de mercados e capacidades produtivas no horizonte do curto prazo..... 39
  - 2.1. As políticas de demanda..... 40
    - 2.1.1. Os obxectivos de difusión da xeración de electricidade de orixe eólica..... 40
    - 2.1.2. Os concursos públicos de potencia ..... 44
    - 2.1.3. Os instrumentos do réxime retributivo ..... 45
    - 2.1.4. Os incentivos financeiros e fiscais ..... 54
  - 2.2. As políticas de oferta a curto prazo..... 56
  - 2.3. As políticas de contido local..... 57
  - 2.4. Os aranceis..... 58
3. O desenvolvemento das capacidades industriais e tecnolóxicas nun horizonte ao longo prazo..... 60
  - 3.1. A promoción das actividades de I+D ..... 61

3.2. O desenvolvemento da infraestrutura tecnolóxica .....	62
3.3. A compra pública verde.....	67
Parte III. A evolución sectorial dende unha perspectiva internacional .....	69
1. As experiencias no eido internacional no fomento do sector eólico. Mercados consolidados e emerxentes .....	71
1.1. Os modelos de desenvolvemento da enerxía eólica consolidados.....	72
1.1.1. O liderado pioneiro de Dinamarca.....	72
1.1.2. O desenvolvemento tardío do Reino Unido e o auxe da enerxía eólica mariña .....	81
1.2. O desenvolvemento eólico nos mercados emerxentes asiáticos. As experiencias de China e India.....	85
Conclusións.....	95
Bibliografía .....	105

## Figuras

<i>Figura 1. O sistema de innovación no sector das enerxías renovables ..</i>	<i>28</i>
<i>Figura 2. Transferencia tecnolóxica e aprendizaxe interactiva no sector eólico.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 3. Evolución da potencia eólica prevista polo PER 2011-2020 e a realmente instalada .....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 4. Principais instrumentos do réxime retributivo da enerxía eólica .....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 5. Sistema de primas variable.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 6. Evolución da potencia acumulada terrestre e mariña en Dinamarca (2000-2014) .....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 7. Empregados a tempo completo na industria eólica dinamarquesa (2006-2014) .....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 8. Exportacións da industria eólica dinamarquesa en millóns de euros (2006-2014).....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 9. Correlación entre exportacións e emprego no sector industrial eólico dinamarqués .....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 10. Evolución da potencia eólica acumulada terrestre e mariña en Reino Unido (MW, 2000-2014).....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 11. Evolución da potencia eólica acumulada en China e India (2000-2014) .....</i>	<i>86</i>



## **Táboas**

<i>Táboa 1. Clasificación dos instrumentos de fomento do sector eólico ...</i>	<i>38</i>
<i>Táboa 2. Principais características das infraestruturas tecnolóxicas básica e avanzada .....</i>	<i>64</i>
<i>Táboa 3. Principais políticas implementadas no sector eólico en Dinamarca.....</i>	<i>77</i>
<i>Táboa 4. Principais políticas implementadas no sector eólico en Reino Unido .....</i>	<i>84</i>
<i>Táboa 5. Principais políticas implementadas no sector eólico en China.....</i>	<i>90</i>
<i>Táboa 6. Principais políticas implementadas no sector eólico en India.</i>	<i>92</i>

## Introdución

A enerxía eólica pode desempeñar un papel moi relevante nas sociedades modernas mediante a diversificación do subministro enerxético, a creación de novas sendas de desenvolvemento tecnolóxico e de emprego ou a loita contra o cambio climático. Entre os beneficios, destaca especialmente a diversificación industrial a nivel rexional, desencadeada pola nova combinación de ideas, tecnoloxías e capacidades produtivas a partir de sectores cognitivamente próximos. Neste sentido, a emerxencia deste sector podería absorber a oferta de man de obra procedente de sectores en declive e a reutilización das súas infraestruturas e tecnoloxías. Deste modo, a enerxía eólica podería mellorar a resiliencia rexional a curto, medio e longo prazo, mediante a promoción da mobilidade laboral e do desenvolvemento de vantaxes competitivas en termos de novas sendas tecnolóxicas e nichos de mercado. No caso da enerxía eólica, pode aproveitarse a tecnoloxía e a experiencia do sector naval. Polo tanto, a enerxía eólica pode facilitar a consecución duns maiores niveis de sustentabilidade ambiental, social e económica. En calquera caso, estes impactos xerais poden diferir entre rexións, dependendo da expansión desta enerxía renovable, do contexto institucional e do propio desenvolvemento das capacidades do tecido produtivo rexional.

Dada a potencial relevancia da enerxía eólica nas economías rexionais, pode facilitarse a súa expansión mediante políticas polo lado da demanda e da oferta; e eliminando as barreiras institucionais e tecnolóxicas. Estas barreiras poden limitar tanto a difusión da capacidade de xerar electricidade de orixe eólica, como de producir equipamento e servizos para o sector. Deste modo, cómpre sistematizar o conxunto de instrumentos, tanto polo lado da oferta como da demanda, dispoñibles para promocionar a enerxía eólica no curto, medio e longo prazo. Neste sentido, é preciso clasificar o abano de instrumentos en función do seu horizonte temporal, así como pola súa orientación.

O obxectivo deste libro consiste na presentación e sistematización dos diversos instrumentos que poden contribuír a promover o sector eólico. Enténdese por promoción sectorial, non só o desenvolvemento da potencia instalada, senón tamén a emerxencia e consolidación dun sector industrial e de servizos paralelo á crecente utilización desta fonte renovable. Análizanse os instrumentos máis utilizados a nivel mundial para facilitar o desenvol-

vemento sectorial, clasificándose tanto segundo a súa natureza de demanda ou oferta, como en función de se son actuacións de curto, medio ou longo prazo. Ao considerar o desenvolvemento integral dende unha perspectiva temporal de longo prazo, o estudo dos instrumentos presentará unha natureza multidisciplinar e dinámica.

Os instrumentos e políticas implementados no sector eólico determinan, en gran medida, as pautas de desenvolvemento sectorial. Así, é recomendable estudar como se implementaron estas medidas e a súa influencia na evolución de diferentes sectores eólicos. Desta forma, cómpre analizar estes instrumentos e políticas en diferentes contextos institucionais, o que permitirá analizar os seus impactos. Nesta obra analízanse catro sectores eólicos que destacan a nivel mundial por diferentes características. Nun primeiro bloque, preséntanse os sectores eólicos consolidados, entre os que destacan os de Dinamarca e Reino Unido. Nun segundo bloque, examínanse os sectores eólicos emerxentes, centrándose nos casos de China e India. Os catro exemplos de pautas de desenvolvemento amosan similitudes e diferenzas na evolución e nos instrumentos implementados.

Este libro estrutúrase en tres partes diferenciadas. A primeira parte introduce ao lector nos principais efectos socioeconómicos da enerxía eólica e os seus procesos de mellora sectorial. Neste sentido, o primeiro apartado estuda dunha forma xenérica o papel desempeñado pola enerxía eólica no desenvolvemento económico. Posteriormente, trátanse os efectos económicos derivados dos procesos históricos de aglomeración sectorial e, as súas implicacións na resiliencia sectorial e o deseño e implementación de políticas. No apartado tres examínase o proceso de innovación no eido sectorial dende unha perspectiva sistémica. No seguinte apartado compáranse os instrumentos de transferencia tecnolóxica e aprendizaxe interactiva no eido da aprendizaxe produtiva.

A segunda parte do libro céntrase nos instrumentos de promoción do sector eólico. Así, en primeiro lugar clasifícanse os diferentes instrumentos de promoción do sector eólico en función da súa natureza de demanda ou de oferta, así como segundo o horizonte temporal de actuación. Nos seguintes dous apartados examínanse polo miúdo os principais instrumentos de promoción, atendendo ás súas características definitorias. Deste modo, o apartado seguinte analiza os instrumentos de curto prazo que facilitan a expansión da enerxía eólica e a localización de empresas nas primeiras fases de

desenvolvemento. A continuación, examínanse as medidas de localización a medio e longo prazo, principalmente os instrumentos ligados coas políticas industriais e tecnolóxicas que favorecen a competitividade e a resiliencia sectorial.

Finalmente, a terceira parte deste libro aborda algunhas das experiencias internacionais de desenvolvemento do sector eólico máis salientables, analizando as características máis importantes dos principais modelos de desenvolvemento consolidados (Dinamarca e Reino Unido), así como dos mercados emerxentes (China e India). En relación aos mercados emerxentes, analízase o impacto na cadea de valor global sectorial do auxe dos mercados chinés e indio.

Para a elaboración deste libro contamos coa axuda de diversas persoas e institucións, ás cales lles agradecemos a súa valiosa colaboración.

*Santiago de Compostela, xuño de 2017*



## Parte I.

Os efectos socioeconómicos  
da enerxía eólica e os seus  
procesos de mellora sectorial



## 1. A enerxía eólica e a transición enerxética e de modelo de desenvolvemento económico

Dende a primeira revolución industrial no último terzo do século XVIII, o sistema económico mundial apoiouse progresivamente no consumo masivo de enerxía de orixe non renovable. A propia definición de recurso non renovable implica o carácter esgotable, debido a que a súa rexeneración mediante procesos naturais prodúcese nunha escala temporal moito maior que a humana. Neste sentido, estamos ante uns recursos finitos que provocarán un desabastecemento xeneralizado, de seguir a mesma traxectoria actual de desenvolvemento (Doldán, 2008; Doldán e Asociación Véspera de Nada por unha Galiza sen Petróleo, 2013). Dado que esta tipoloxía de recursos libera unha elevada cantidade de substancias contaminantes na súa combustión, o propio proceso de crecemento económico mundial tamén levou aparelhada unha crecente degradación ambiental. Asemade, a alta dependencia dos combustibles fósiles, unida ás limitadas reservas, causaron ao longo do proceso de industrialización considerables tensións sociais e xeopolíticas. Deste modo, a sustentabilidade do modelo produtivo dominante, dende a tripla dimensión ambiental, económica e social, está en cuestión. Todo isto provocou o “redescubrimento” das enerxías renovables, que foron utilizadas dende os albores da civilización, como pode ser o caso da enerxía hidráulica ou a enerxía eólica (Menéndez, 2001; Doldán, 2008).

O consumo enerxético incrementouse considerablemente nas últimas décadas, como manifesta o feito de que o consumo de enerxía duplicouse no período 1973-2013 (IEA, 2015), a pesar de padecer episodios recorrentes de elevadas subidas dos prezos dos combustibles fósiles, especialmente do petróleo<sup>1</sup>. Estes incrementos dos prezos non constituíron incentivos suficientes para unha transición cara unha economía baixa en carbono<sup>2</sup>, na cal

---

1 Doldán (2008) sinala que, debido a que o consumo enerxético aumenta de forma exponencial e o descubrimento de novos xacementos non o fai coa mesma rapidez, existe unha tendencia a medio e longo prazo de incremento dos prezos. Neste sentido, o prezo do barril de petróleo Brent, de referencia en Europa, oscilou significativamente ao longo do período comprendido entre a última década do século XX e os primeiros anos do seguinte século. Esta banda de oscilación abrangue dende os 20 dólares norteamericanos da década dos noventa ata os preto de 140 dólares alcanzados entre os anos 2009 e 2014 (IEA, 2015).

2 O termo economía baixa en carbono (*low carbon economy*, en terminoloxía anglosaxona) indica un estadio do desenvolvemento dunha economía no cal as emisións de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) son inferiores ás requiridas para estabilizar as concentracións atmosféricas desta substancia na atmosfera. No Cumio Climático de París (COP21) de finais de 2015 acordouse limitar as emisións de gases de efecto invernadoiro, co obxectivo de que o incremento medio da temperatura non supere os dous graos centígrados en relación aos niveis preindustriais.



se poida disociar crecemento económico e maior degradación ambiental (Dosi e Grazzi, 2009). Deste modo, as evidencias empíricas sinalan que o sistema de prezos relativos, mediante o mecanismo de substitución dos bens que se encarecen por outros semellantes máis baratos, non funciona no caso do petróleo; polo que unha subida relativa dos prezos non causaría, automaticamente, a aparición de alternativas tecnolóxicas. Nesta liña, diversos autores subliñan que existen barreiras de índole institucional que bloquean a substitución dos combustibles fósiles por enerxías renovables (Jacobsson e Lauber, 2006; Del Río e Unruh, 2007; Lewis e Wiser, 2007; Lund, 2009). Estas barreiras supoñen unha xustificación para a intervención pública e, polo tanto, para a implementación dunha serie de incentivos que faciliten a penetración no mercado.

A enerxía eólica constitúe unha fonte de enerxía continua, dado que a oferta non se ve afectada polo consumo humano, polo que ten a capacidade potencial de suplir os problemas económicos e medio ambientais derivados da utilización dos combustibles fósiles<sup>3</sup>. Neste sentido, o desenvolvemento da enerxía eólica a nivel mundial pretende conseguir unha serie de obxectivos que, en gran medida, están interrelacionados. O sector eólico, como parte do sector eléctrico, depende en gran medida das regulamentacións establecidas por diferentes niveis administrativos. A emerxencia e posterior consolidación desta enerxía renovable nos balances enerxéticos da maioría dos países desenvolvidos e nun crecente número de países en desenvolvemento, derivouse dunha serie de motivacións políticas.

Dada a diversidade de contextos e sendas de desenvolvemento, non existe consenso sobre a relevancia dos diferentes factores que promoveron o auxe da enerxía eólica (Marques et al., 2010; Aguirre e Ibikunle, 2014; Ydersbond e Korsnes, 2016). Non obstante, Ydersbond e Korsnes (2016) destacan a existencia de tres factores estruturais, que mesmo se poden considerar motivacións socioeconómicas e medio ambientais, que están xeralmente detrás do desenvolvemento da enerxía eólica dende os anos oitenta do século XX, mesmo en contextos institucionais e históricos moi diferentes. Deste modo, cómpre mencionar como factores comúns a redución da polución e da emisión dos gases de efecto invernadoiro, o fortalecemento da seguridade

---

3 Cómpre mencionar que a utilización das enerxías renovables tamén causa un impacto medio ambiental vinculado coa propia fabricación, instalación e operación das instalacións (Carballo e Villante, 2008). Non obstante, as enerxías renovables reducen, entre outros, os custos medio ambientais derivados da combustión e da extracción e transporte da enerxía primaria.

enerxética nacional<sup>4</sup>, así como a diversificación industrial e a creación de emprego. Así mesmo, a relevancia de cada un dependerá das prioridades da axenda política e das sendas de desenvolvemento previas. Amer, Daim e Jetter (2016) tamén subliñan estas motivacións como factores que promoven o desenvolvemento do sector eólico en países en desenvolvemento, cun caso de estudo en Paquistán. Asemade, subliñan a necesidade dunha transición cara ás enerxías renovables en contextos de alta dependencia enerxética exterior e rápidos procesos de urbanización e industrialización que poidan incrementar as emisións contaminantes. Deste modo, a expansión da enerxía eólica tamén pode facilitar a redución da dependencia enerxética<sup>5</sup>, mediante a substitución de importacións de combustibles fósiles por enerxía eólica xerada no territorio.

Dende una perspectiva xeral, pódense sinalar varios efectos económicos positivos do desenvolvemento da enerxía eólica (Menéndez, 2001; Pedden, 2005; Pintor et al., 2006; Moreno e López, 2008; Lehr et al., 2008; Blanco e Rodrigues, 2009; APPA, 2014; Ortega et al., 2015). Desta forma, a fabricación de compoñentes, a instalación do equipamento, así como a operación e mantemento dos parques, ou a propia produción de electricidade contribúen ao PIB e á xeración de emprego (Varela-Vázquez e Sánchez-Carreira, 2015, 2017; Varela-Vázquez, 2016). Del Río e Burguillo (2009) afirman que se ben a creación de emprego pode non ser moi cuantiosa a nivel absoluto, si que é relevante en relación ao emprego existente en moitas áreas rurais ou semiurbanas. Así, o efecto positivo a nivel territorial pode actuar como acicate para a fixación de poboación e de actividades económicas. Asemade, os efectos positivos no emprego non só se circunscriben á súa propia xeración, posto que emerxen outros efectos relacionados. Neste sentido, as evidencias empíricas sinalan que os traballadores do sector das enerxías renovables, entre as que se inclúe a enerxía eólica, reciben unhas remuneracións máis elevadas que os mesmos perfís profesionais ocupados noutras fontes de enerxía (Manfred, Janser e Lehmer, 2015). Na cadea de valor da enerxía eólica participa persoal cualificado e especializado en moitas das tarefas de

---

4 No caso de España cómpre salientar o efecto negativo das importacións de produtos enerxéticos no déficit estrutural da balanza comercial. Así, dúas terceiras partes do déficit comercial estatal en 2010 corresponden á rúbrica de produtos enerxéticos (Jiménez, 2011). Este fenómeno causa unha continua drenaxe de recursos cara ás rexións produtoras de petróleo, acentuándose en períodos con alzas xerais dos prezos desta materia prima.

5 A modo de exemplo, as enerxías renovables evitaron importacións de produtos enerxéticos por valor de 7.309 millóns de euros en España no ano 2013 (APPA, 2014).

fabricación de compoñentes e instalación, así como nos servizos de enxeñaría e consultaría (BIC Galicia, 2009). En todo caso, os efectos económicos positivos dependerán, en última instancia, do tipo de vinculacións verticais, tanto cara atrás (provedores) como cara diante (clientes, institucións públicas); e horizontais (competidores), que se establecen no propio territorio e cos demais axentes a nivel mundial.

As enerxías renovables tamén poden xogar un papel decisivo no desenvolvemento económico e na cohesión territorial, especialmente en áreas rurais. Ao contrario do que acontece coas fontes de enerxías convencionais, a explotación do recurso eólico está distribuída ao longo do territorio, polo que tamén é preciso distribuír as tarefas de instalación e construción civil, así como as de operación e mantemento dos parques. Deste modo, unha parte considerable da creación de valor do sector eólico realízase *in situ*, sendo aínda máis relevante no caso da enerxía eólica mariña (Blanco, 2009). Asemade, unha parte das actividades de fabricación, en particular no caso dos compoñentes máis pesados, tende a establecerse preto de mercados cun tamaño significativo (Kirkegaard, Hanemann e Wescher, 2009). Del Río e Burguillo (2009) sinalan diversos efectos potenciais no eido rexional dos proxectos de enerxías renovables. Estes efectos positivos a nivel rexional poderían axudar a mitigar o despoboamento de amplas áreas rurais e promover o desenvolvemento económico, atendendo á sustentabilidade económica, social e ambiental (Burguillo e Del Río, 2008). Neste sentido, cómpre destacar os efectos cuantitativos e cualitativos no emprego (volume e tipoloxía do emprego creado), efectos na xeración de ingresos (socialización dos beneficios xerados), efectos demográficos (mantemento da poboación xove e atracción de fluxos migratorios), así como os efectos enerxéticos no eido do autoabastecemento. Tamén son relevantes os efectos na diversificación produtiva, no nivel educativo (relacionado coa formación da man de obra), na cohesión social e o desenvolvemento humano, na distribución de ingresos, no turismo ou no uso de recursos endóxenos locais (ao constituír un estímulo para os provedores locais).

Os beneficios do desenvolvemento sectorial no eido rexional

No proceso de emerxencia e posterior consolidación dun sector, a masa crítica de axentes e as súas interaccións tenden a incrementarse co paso do tempo, como consecuencia do propio proceso de desenvolvemento. En calquera proceso de aglomeración a nivel rexional poden xurdir economías de

escala internas e externas (Krugman, 1991; Krugman e Obstfeld, 2006). As economías de escala derívanse do incremento de capacidade produtiva a nivel de empresa, é dicir, canto maior é a produción dunha empresa, menor é o seu custo medio (Krugman, 1991). Pola súa banda, as economías externas provocan unha redución dos custos nun sector, resultante da concentración da produción nunha área específica, aínda que a produción individual de cada empresa sexa limitada. Neste sentido, existen tres tipos de economías externas (Frenken, Oort e Verburg, 2007): as economías de localización, as economías de urbanización e as economías ou externalidades xacobianas.

As economías de localización poden causar incrementos da produtividade nas empresas dun mesmo sector establecidas nunha área próxima, xerados polas denominadas externalidades marshallianas. Marshall (1920) sinalou que un grupo de empresas podería ser máis eficiente que unha empresa illada, debido á emerxencia dun conxunto de provedores especializados, a aparición dun mercado laboral especializado, así como polo efecto desbordamento do coñecemento<sup>6</sup> (*spillover effects*), derivado da difusión do coñecemento entre empresas dun mesmo sector concentradas xeograficamente. Deste modo, pódense apreciar as sinerxías entre os axentes dun mesmo sector ou industria establecidos nunha área determinada, sendo os beneficios crecentes en relación ao tamaño da aglomeración.

As economías de urbanización constitúen o segundo tipo de economías externas, que non dependen do sector, derivándose da proximidade aos centros de decisión económica e política, así como a universidades, centros tecnolóxicos ou asociacións empresariais. Deste modo, situarse próximos a unha densa masa crítica de axentes de diferente natureza favorece o intercambio e produción de coñecemento, fomentando as innovacións e a capacidade de absorción (Frenken, Oort e Verburg, 2007).

Finalmente, as externalidades xacobianas (Jacobs, 1969), orixínanse en aglomeracións industriais de diferentes sectores, pero que gardan certos lazos comúns en relación coas bases tecnolóxicas empregadas. Estas externalidades xacobianas están relacionadas co concepto de variedade relacionada (*related variety*) (Frenken, Oort e Verburg, 2007), posto que a diversificación industrial en sectores que gardan algún tipo de vinculación tecnolóxica

---

<sup>6</sup> Os spillovers de coñecemento constitúen calquera coñecemento valioso xerado que se fai accesible a axentes externos. Este coñecemento é absorbido por axentes distintos aos que o xeran (Foray, 2006).

permite a recombinación<sup>7</sup> e reutilización de ideas e prácticas entre sectores. Deste modo, as interaccións entre sectores mediante diferentes combinacións tecnolóxicas constitúen unha fonte de coñecemento moi relevante. Cooke (2009) sinalou a importancia deste tipo de externalidades na emerxencia do sector eólico dinamarqués con base no sector naval situado na área de Xutlandia. Dese xeito, destaca que o sector eólico do país nórdico xurdiu por evolución do naval. Se ben o factor de proximidade xeográfica e institucional é salientado para o xurdimento deste tipo de externalidades (Cooke e Huggins, 2002; Frenken, Oort e Verburg, 2007), existe un amplo abano doutras tipoloxías de proximidade (Boschma, 2005). Neste sentido, tamén cómpre mencionar a proximidade cognitiva (condición necesaria para as externalidades xacobianas), que se refire á proximidade do coñecemento utilizado polos axentes, así como á proximidade organizacional, relacionada co grao de autonomía e control que se exerce nos intercambios de coñecemento. Asemade, a proximidade social, que se define como a intensidade do enraizamento das relacións entre axentes, desempeña un papel clave. Xeralmente, conclúese que a proximidade cognitiva tende a ser a máis relevante, constituíndose coma unha condición necesaria para a aparición de aglomeracións industriais.

Dado que as externalidades xacobianas poden estar causadas pola nova combinación de ideas e prácticas de diversos sectores relacionados, a súa emerxencia pode facilitar a aparición de innovacións radicais e innovacións de produto (Frenken, Oort e Verburg, 2007). Asemade, este tipo de innovacións pode abrir novos nichos de mercado e, polo tanto, incrementar os niveis de emprego a nivel rexional. Neste sentido, as evidencias empíricas subliñan que as externalidades xacobianas constitúen un motor da creación de emprego, polo que as políticas públicas deberían estar orientadas a promover sectores relacionados co tecido produtivo existente.

Dende unha perspectiva xeral, diversos autores sinalan os beneficios a nivel rexional do desenvolvemento de economías de aglomeración, como poden ser os clústers (Markusen, 1996; García, 2011). Ditos beneficios son variados, presentando os máis destacados:

---

7 O termo recombinar provén da palabra anglosaxoa “recombination”. Neste contexto, recombinar ideas e prácticas consiste na reutilización de coñecemento aplicado previamente a sectores tradicionais, en novas actividades produtivas.

- Incrementan a capacidade da rexión para atraer investimento estranxeiro directo.
- Aseguran un maior crecemento económico no medio e longo prazo fronte a outras áreas que non contén con ditas economías de aglomeración.
- Illan á rexión da perda de empregos, derivada dos ciclos de negocios e o propio ciclo de gasto público.
- Facilitan a coordinación da investigación entre universidades, centros tecnolóxicos e empresas. Asemade, constitúen unha fonte de coñecemento compartido.
- Dependendo da tipoloxía de clúster e da especialización dentro da cadea de valor, conseguen unha mellora da distribución do ingreso mediante o incremento dos traballos cualificados.
- Favorecen a participación dos traballadores nas decisións empresariais.
- Melloran a orientación e especialización dos servizos de apoio ás empresas.
- E fortalecen a participación e a competencia na política rexional.

Deste modo, apréciase que o desenvolvemento de sectores a nivel rexional pode desencadear unha serie de efectos positivos que, en moitos casos, supera ás fronteiras do sector ou industria, beneficiándose o conxunto do territorio. Non obstante, como se sinalou anteriormente, os potenciais efectos positivos dependen, en gran medida, da vinculación do novo sector co tecido produtivo previamente existente. Asemade, o propio alcance, así como a efectividade das políticas implementadas en relación á creación de masa crítica e interaccións, dependerá da conexión do sector co tecido produtivo.

En relación ao sector eólico, a base tecnolóxica dos produtos da industria de compoñentes está formada polos coñecementos no eido da electricidade e da mecánica. Desta forma, naquelas rexións nas que, con anterioridade, existía unha especialización da industria de transformados metálicos e de maquinaria de equipo, é nas que se sitúa un maior número de empresas manufactureiras vinculadas á actividade eólica (Martínez, Bayod e Pérez, 2002).

O sector naval susténtase de empresas establecidas nestes elos da cadea de valor, polo que, tanto o equipamento e as instalacións, como o coñecemento acumulado; son susceptibles de aproveitarse para a fabricación de compoñentes no sector eólico. Estas novas combinacións de coñecemento e equipamento para outras finalidades poden facilitar a aparición de sinerxías a nivel empresarial e sectorial e, de innovacións tanto radicais como de produto. A intensidade da recombinación de coñecemento será de maior relevancia, canto maior sexa a masa crítica e as interaccións entre axentes do sector naval. Deste modo, non só se aprecia unha transferencia de coñecemento codificado e tácito dun sector a outro, senón que dependendo da intensidade da mutación das actividades principais desas empresas, podería dar lugar á creación dun polo ou clúster xacobiano<sup>8</sup> por evolución (Cooke, 2009). Asemade, dado que unha parte importante dos elementos da cadea de valor son compartidos con outros sectores, non se parte de cero para promover o sector. Así, asegúrase unha maior probabilidade de éxito das políticas implementadas, en comparación coa promoción de sectores con escasas vinculacións co tecido produtivo do territorio (Frenken, Oort e Verburg, 2007).

Analizando as externalidades xacobianas e a aparición de clústers xacobianos por evolución, compróbase que a adaptabilidade dunha rexión ao longo do tempo, mediante a creación de novas sendas de crecemento, pode estar relacionada positivamente coa historia do seu tecido produtivo. Se o novo sector compensa a diminución na actividade económica do sector tradicional do que evoluciona, pode actuar nunha dobre dirección como un instrumento de adaptación ante un shock negativo e, como un instrumento de adaptabilidade da economía rexional ante a aparición de novos mercados e tecnoloxías (Boschma, 2015). As evidencias empíricas apuntan a unha menor probabilidade de deslocalización empresarial cando as empresas dun sector contan con outras empresas doutras industrias que manteñen unha proximidade cognitiva (Neffke, Henning e Boschma, 2011). Asemade, empíricamente sublíñase que as novas empresas teñen unha maior taxa de supervivencia se contan con industrias relacionadas (Neffke, Henning e Boschma, 2012).

---

8 Un clúster constitúese por “un grupo xeograficamente próximo de empresas interrelacionadas e institucións asociadas nun determinado campo, unidas por trazos comúns e complementarios” (Porter, 1998, p. 215). Pola súa parte, os clústers xacobianos fórmanse a partir das novas combinacións de coñecemento entre dúas ou máis tecnoloxías que producen, por evolución, unha nova tecnoloxía nun espazo xeográfico determinado, presentando as características dun clúster (Cooke, 2009).

En todo caso, as externalidades de localización e as xacobianas poden coexistir durante algunhas fases do desenvolvemento sectorial. En primeiro lugar, poden xurdir externalidades xacobianas cando unha parte importante da cadea de valor do sector eólico emerxe a partir do sector naval. No caso de que o sector eólico continúe adquirindo masa crítica, poden aparecer externalidades de localización, derivadas do establecemento dun maior número de axentes nunha área determinada. Deste modo, ás externalidades xacobianas iniciais engádense os efectos das economías de aglomeración, como pode ser o desenvolvemento dun mercado laboral e de provedores especializados ou a posibilidade de efectos de desbordamento do coñecemento entre empresas do sector.

Na análise das externalidades xeradas polo desenvolvemento sectorial no eido rexional, deben terse en conta os efectos na resiliencia. A resiliencia sectorial está estreitamente vinculada coas externalidades positivas descritas anteriormente. Un tecido produtivo formado por un o varios conxuntos de sectores relacionados en termos de coñecemento constitúe unha estrutura produtiva que pode protexer á rexión de shocks negativos e, tamén permite a diversificación. Neste sentido, o concepto de resiliencia sectorial, nunha perspectiva evolucionista, refírese á capacidade dunha rexión para adaptarse a shocks negativos (mediante cambios nas pautas de desenvolvemento previamente existentes), así como á adaptabilidade para desenvolver novas sendas (Boschma, 2015).

O termo de resiliencia incorpora as características que debe reunir unha rexión no curto prazo para resistir as perturbacións externas (por exemplo, o cambio nas preferencias da demanda ou encarecemento de inputs); así como a capacidade a longo prazo de xerar novas actividades, co obxectivo de reducir a dependencia das actividades tradicionais. A variedade relacionada, ou conxunto de sectores vinculados en termos de coñecemento, permite unha adaptación no curto prazo ante un shock negativo, posto que habería mobilidade laboral entre sectores. Porén, dada a proximidade cognitiva existe a posibilidade dunha nova combinación de ideas que facilite a emerxencia de novos sectores (Boschma, 2015). Segundo esta visión da resiliencia sectorial exposta por Boschma (2015), a historia do tecido produtivo é esencial para comprender como as rexións desenvolven novas sendas de desenvolvemento. Así, sublíñase que a dependencia do proceso histórico (*path-dependence*) non só pode limitar o desenvolvemento rexional, senón



que tamén funciona como catalizador de novas sendas produtivas. Deste modo, a variedade relacionada, derivada das externalidades xacobianas, representa un modo de asegurar a resiliencia sectorial, mediante o fomento das capacidades rexionais, a curto e longo prazo, nun contexto competitivo a nivel internacional.

## **2. O proceso de innovación sectorial dende unha perspectiva sistémica**

O proceso de innovación caracterízase pola súa continxencia, posto que en gran medida, actúan unha ampla variedade de axentes e interaccións; e a súa organización pode variar substancialmente en función do sector, do eido de coñecemento, do período histórico ou do contexto institucional nacional e rexional; entre outros factores (Pavitt, 2005; Malerba, 2005). Dada a amplitude deste eido de estudo, o principal obxectivo deste apartado consiste en introducir unha perspectiva sistémica na análise da innovación, coa finalidade de resaltar a diferente natureza dos axentes implicados, así como a multidisciplinariade das políticas que se poden implementar (Varela-Vázquez e Sánchez-Carreira, 2016). Non obstante, a análise do proceso de innovación no eido sectorial é crucial debido a que pode ter un impacto significativo, non só na creación e difusión de innovación, senón tamén na capacidade de absorción e na resiliencia sectorial a curto, medio e longo prazo.

A complexidade dos procesos de innovación en economías de mercado maniféstase tanto polo número de axentes e organizacións partícipes como pola súa orixe (Nelson e Winter, 1982; Dosi et al., 1988; Lundvall; 1992; Lundvall et al., 2002). Asemade, no caso do sector eólico, como peza fundamental dos sectores eléctricos contemporáneos, cómpre mencionar o papel fundamental do sector público nestes procesos, debido a que constitúe un sector moi dependente da regulación. Esta heteroxeneidade dos axentes implicados nos procesos de innovación no sector eólico e, en xeral, nas enerxías renovables, conleva tamén unha elevada heteroxeneidade das políticas susceptibles de implementarse.

O enfoque holístico dos Sistemas de Innovación (SI) define o sistema de innovación como “un conxunto de elementos e interaccións que interactúan na produción, difusión e uso de coñecemento novo e economicamente útil” (Lundvall, 1992, p. 2). Deste modo, o proceso de innovación pode dividirse en tres fases, parcialmente superpostas e, que están influídas por diferentes dinámicas (Pavitt, 2005). A primeira consistiría na produción de coñecemento científico e tecnolóxico; a segunda comprendería a transformación deste coñecemento en artefactos; e a terceira englobaría a resposta ás necesidades do mercado, así como a súa influencia nelas, co obxectivo de adaptar os produtos e servizos aos requisitos da sociedade. Porén, non existe unani-

midade sobre a incidencia de cada un destes axentes, posto que o enfoque dos Sistemas de Innovación resalta o papel central das empresas na valorización do coñecemento e, a perspectiva da tripla hélice resalta as interaccións entre universidade, empresas e sector público (Leydesdorff e Etzkowitz, 1998; Etzkowitz e Leydesdorff, 2000). En todo caso, o papel desempeñado polos diferentes axentes, institucións e as interaccións establecidas entre eles varían dependendo dos sectores, polo que debe realizarse un estudo individualizado, a pesar dos trazos xerais (Cooke, Gómez e Etxebarria, 1997; Malerba, 2005). Co obxectivo de analizar as políticas orientadas ao fomento e consolidación do sector eólico, ao longo do presente traballo adoptarase o enfoque dos Sistemas de Innovación, así como a perspectiva das Cadeas de Valor Globais. Deste modo, poderanse capturar as singularidades sectoriais e as interrelacións establecidas ao longo da cadea de valor, en termos de gobernanza entre os axentes locais e os estranxeiros. A alternativa de adoptar o enfoque dos Sistemas Sectoriais de Innovación non capturaría esas relacións de gobernanza, claves para moldear á súa vez os sistemas de innovación, así como as capacidades de mellora e de diversificación sectorial.

Diversos autores sinalan o papel central do sector público, nas súas diferentes configuracións (provedor de regulacións e institucións, empresario, demandante de bens e servizos, provedor de servizos de educación e investigación en universidades e centros tecnolóxicos, etc.), no desenvolvemento e consolidación sectorial, así como nas dinámicas dos sistemas de innovación (Gregersen, 1992; Markusen, 1996; Mowery e Sampat, 2005; Sánchez, 2006; Edquist e Zabala-Iturriagoitia, 2012; Díaz, 2012; Rolfstam, 2013; Edler e Yeow, 2016). Os procesos de emerxencia, consolidación e resiliencia sectorial son, en gran medida, inseparables dos procesos de innovación, posto que inciden na capacidade de absorción e na competitividade internacional dun sector determinado. O papel desta intervención pública nos sectores produtivos é transversal ao longo do proceso de emerxencia e maduración dun sector. Neste sentido, o tipo de políticas públicas a implementar dependerá, en gran medida, da fase de desenvolvemento. Polo tanto, os seus obxectivos e instrumentos son diversos e, cambiarán segundo as características e necesidades de cada fase. Deste modo, nas primeiras fases de emerxencia dun sector son necesarias políticas horizontais que favorezan o xurdimento de capacidades empresariais e a difusión do coñecemento entre os diferentes axentes, sen centrarse nunha tecnoloxía en particular. Polo contrario, en su-

cesivas etapas será necesario deseñar as tecnoloxías e eidos que sexan prioritarios para a sociedade, polo que os programas verticais ou estratéxicos entrarán nas axendas dos responsables do deseño e implementación de políticas (Fromhold-Eisebith e Eisebith, 2005; Avnimelech e Teubal, 2008).

As políticas públicas deben actuar tanto no fomento da masa crítica de actores no sector, como no aumento da capacitación tecnolóxica e innovadora, o que facilitará a consolidación dun polo ou aglomeración industrial e de servizos relevante no medio e longo prazo. A Figura 1 mostra este proceso para o sector das enerxías renovables, no cal as diferentes políticas, que poden emerxer da conxunción do sector público e privado, actúan no proceso de innovación pola vía baseada na ciencia (*technology push*); e pola vía máis dependente da interacción e a aprendizaxe produtiva, na que actúa o efecto da demanda de mercado (*demand pull*). Ámbolos dous procesos son complementarios e necesarios. Así mesmo, estes procesos constitúen un sistema de innovación, que estaría composto do conxunto de axentes e interaccións que colaborarían na creación, difusión e uso de coñecemento novo que se pode valorizar economicamente (Lundvall, 1992). A difusión<sup>9</sup> do coñecemento e da tecnoloxía das enerxías renovables é crucial debido ao seu efecto polo lado da oferta, mediante novos investimentos en I+D; así como pola demanda, mediante a creación dun mercado para estas fontes renovables (Del Río, 2007). Neste sentido, a innovación e a mellora tecnolóxica son decisivas para reducir os custos unitarios de produción e incrementar a eficiencia do equipamento. Ademais, as políticas de distribución das capacidades de aprendizaxe son claves para non excluír a ningún axente do cambio e reducir as resistencias sociais inherentes a este proceso (Gregersen e Johnson, 2008).

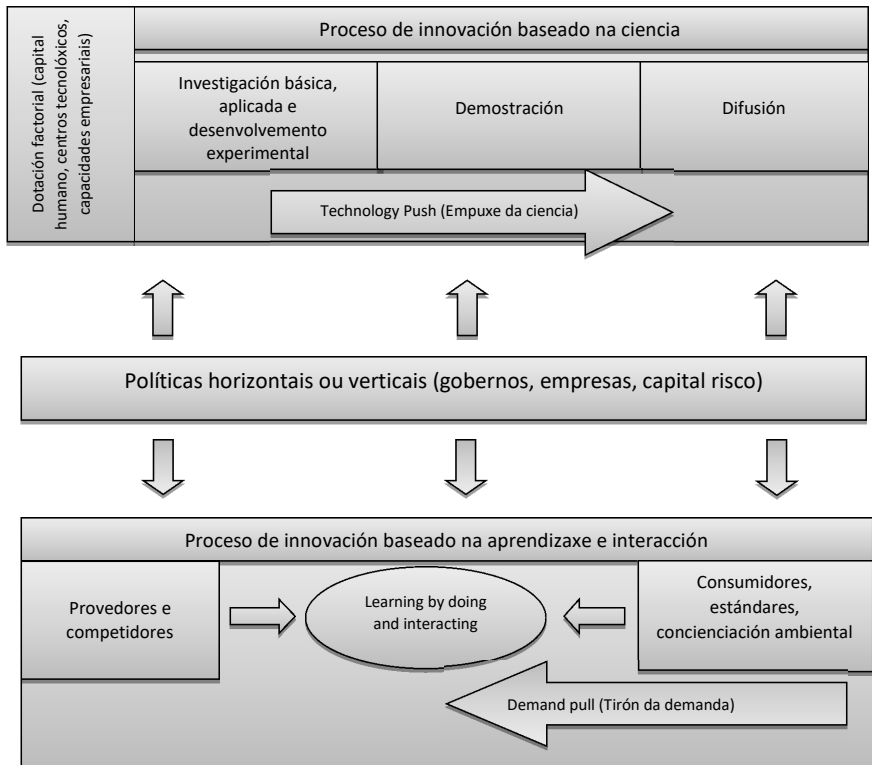
Dende unha perspectiva baseada na ciencia, a infraestrutura tecnolóxica, entendida nun sentido amplo, é un factor crucial para o desenvolvemento das capacidades iniciais e das condicións necesarias para a preemerenxia de calquera novo sector. A existencia dunha oferta de capital humano cualificado e adaptado ás necesidades do sector e a presenza de centros tec-

---

<sup>9</sup> O obxectivo das políticas de difusión nas enerxías renovables consiste en facilitar a súa entrada no sistema enerxético, deste modo, avánzase ao longo da curva de aprendizaxe. Os instrumentos máis habituais para facilitar a difusión son as primas, que constitúen axudas á produción, así como os concursos eólicos, nos cales se compite por unha capacidade de produción ou por fondos. Así mesmo, os Certificados Verdes Negociables son outros instrumentos de difusión no que se fixa unha porcentaxe de produción de electricidade de fontes renovables (Del Río, 2007; Söderholm, 2008). Na parte 3 deste libro, referida aos instrumentos de promoción do sector eólico, analízanse con maior profundidade estes instrumentos.

rolóxicos con obxectivos específicos constitúen axentes catalizadores para a emerxencia de novos sectores. Ademais, a colaboración horizontal con universidades e outros centros de investigación pode ser determinante nas primeiras fases de desenvolvemento. Deste modo, compróbase que calquera política enerxética, sexa cal sexa a súa fonte central, necesita combinar unha serie de políticas de diferente índole, dende a industrial ou a educativa, pasando pola propia política enerxética.

Figura 1. O sistema de innovación no sector das enerxías renovables



Fonte: Elaboración propia a partir de Pavitt (1984), Del Río (2007), Avnimelech e Teubal (2008)

Dende a perspectiva da demanda, as políticas públicas tamén poden afectar ao proceso de innovación e de maduración dos sectores enerxéticos, a través de instrumentos de diferente tipo. De feito, o incremento da comercialización da produción de enerxía renovable, especialmente debido ao desenvolvemento do mercado, constitúe un obxectivo esencial para a política enerxética e un incentivo industrial decisivo debido ás curvas de aprendizaxe

(Lund, 2009). No caso da enerxía eólica, existe unha intensa relación entre balances positivos de exportación e o tamaño do mercado interno, debido á consolidación da estrutura empresarial que crea barreiras de entrada para os potenciais competidores. Neste sentido, as institucións poden establecer estándares referidos á produción de enerxía ou ao equipamento empregado (Lewis e Wiser, 2007); e así, fomentan a innovación incremental e o aumento da competitividade. O maior grao de concienciación ambiental por parte dos cidadáns e institucións pode favorecer unha maior demanda de enerxías renovables e, como consecuencia, incrementar os incentivos para realizar investimentos neste campo. O sector público tamén pode liderar o avance tecnolóxico indirectamente, mediante a compra pública innovadora (Edquist, 2010; Rolfstam, 2013). Isto significa que o sector público demanda novas tecnoloxías, bens ou servizos que aínda non existen no mercado, implicando a necesidade de innovar.

Por último, tamén se pode innovar mediante a colaboración vertical con provedores de maquinaria ou con competidores. Neste sentido, unha das vías máis comúns para innovar en sectores eólicos periféricos consiste na compra de nova maquinaria para integrala no proceso produtivo interno, o que derivaría, en termos de Pavitt (1984), nunha pauta de innovación dependente dos provedores. Así mesmo, a colaboración con clientes presentes en diversos mercados tamén constitúe unha vía de adopción de novos estándares. En todo o proceso, compróbase a importancia decisiva das interaccións e da colaboración entre axentes. Desta forma, constátase a multidisciplinidade na implementación de políticas, especialmente, no caso do sector enerxético ao ser, tradicionalmente, un sector moi regulado. O fomento dun novo sector, como pode ser o eido das enerxías renovables, leva implícito o deseño e implementación de políticas de diferente natureza.

### **3. O papel da transferencia tecnolóxica e da aprendizaxe interactiva nos procesos de mellora produtiva**

No apartado anterior introducíronse as principais dinámicas dos procesos de innovación sectorial. Un dos principais instrumentos para a innovación sectorial nas economías periféricas e en desenvolvemento consiste na transferencia tecnolóxica e na aprendizaxe produtiva, co obxectivo de adoptar as técnicas e prácticas máis punteiras. Este tipo de interaccións con axentes externos ao tecido produtivo local pode facilitar o proceso de mellora produtiva e, mesmo de diversificación cara sendas de desenvolvemento relacionadas cognitivamente. Deste modo, este apartado analizará as dinámicas das principais modalidades de transferencia de coñecemento: de transferencia tecnolóxica e a aprendizaxe produtiva.

Tradicionalmente, as rexións periféricas e en desenvolvemento poden depender da transferencia de coñecemento tecnolóxico coma un instrumento para poder alcanzar procesos e tecnoloxías punteiros tecnoloxicamente. Fan e Watanabe (2006) afirman que o fortalecemento dos fluxos de entrada de tecnoloxía, así como a promoción das capacidades endóxeas, poden representar un conxunto de políticas axeitado para os países en desenvolvemento. Neste sentido, o receptor destes fluxos é susceptible de beneficiarse destes investimentos a través de artefactos e manuais, enxeñaría inversa, adestramento formal ou experimentación derivada das dinámicas do *learning-by-doing* (Bell, 1984; Kristinsson e Rao, 2008). Porén, as relacións entre o cedente e o cesionario do coñecemento poden non estar incluídas neste tipo de canle, porque as empresas precisan evolucionar ao longo do tempo e espazo e, dependen de características específicas de cada sector e tecnoloxía.

Unha das primeiras distincións entre o significado máis reducido de transferencia tecnolóxica e outras sendas de aprendizaxe tecnolóxica está baseada na diferenza entre tecnoloxía e coñecemento. Comunmente asúmese que a transferencia tecnolóxica incorpora o coñecemento tácito máis alá do conxunto de metodoloxías codificadas, ferramentas e procesos. Non obstante, a transferencia tecnolóxica e a de coñecemento constitúen dúas tipoloxías diferentes, con dinámicas diversas e con características específicas entre cedente e cesionario (Gopalakrishnan e Santoro, 2004). Esta distinción é mesmo máis relevante nas economías actuais baseadas no coñecemento,

nas que esta capacidade cognitiva que permite a acción intelectual e física, representa un dos principais activos económicos e tamén factor de crecemento económico (Foray, 2006). A transferencia tecnolóxica é un conxunto de ferramentas e metodoloxías dirixidas a modificar o contexto no que se desenvolven os axentes, codificadas en novos produtos, proxectos, manuais ou bases de datos. Pola contra, a transferencia de coñecemento representa unha fonte de coñecemento máis tácita, relacionada coas teorías e a experiencia que desencadea novas estratexias organizativas, novos procesos e, finalmente, novas capacidades e técnicas de resolución de problemas (Gopalakrishnan e Santoro, 2004). No caso dunha empresa, a transferencia de tecnoloxía e de coñecemento poden darse simultaneamente para xerar novas actividades de alto valor engadido. Así mesmo, Cantwell (2009) amplía o concepto de transferencia tecnolóxica co obxectivo de incluír o coñecemento tácito nas competencias empresariais. Entón, a transferencia tecnolóxica engloba máis conceptos que o equipamento ou os datos. As capacidades de aprendizaxe convértense nun factor crucial para o desenvolvemento do *know-how* e novas estratexias organizacionais que poidan reformular o modo polo cal as empresas se enfrontan a cambios no contorno dos negocios.

Independentemente de cal das dúas perspectivas anteriores se aplique, dende o enfoque tradicional sempre existe un fluxo de coñecemento tecnolóxico nunha dirección: dende o cedente ao cesionario (Wei, 1995; Bozeman, 2000; Kremic, 2003). En relación a este enfoque, no caso da enerxía eólica, semella que as empresas multinacionais realizan actividades de transferencia unicamente debido a estratexias de diversificación de riscos ou mercados en economías periféricas ou menos desenvolvidas; así, adoptan un papel máis pasivo (Pueyo et al., 2011). Non obstante, un paso máis alá desta perspectiva sitúase o enfoque da aprendizaxe interactiva, na que os fluxos de coñecemento teñen lugar nas dúas direccións. O cedente pódese beneficiar, por exemplo, da experiencia do cesionario no mercado local, así como da súa capacidade de personalizar os produtos ou servizos para ese mercado. Asemade, esta relación está baseada na confianza e a gobernanza establecida entre as dúas partes require un papel máis activo de ámbalas dúas (Kristinsson e Rao, 2008). Dadas estas características vinculadas ás relacións entre axentes nun marco de aprendizaxe interactiva, as pautas de gobernanza<sup>10</sup>

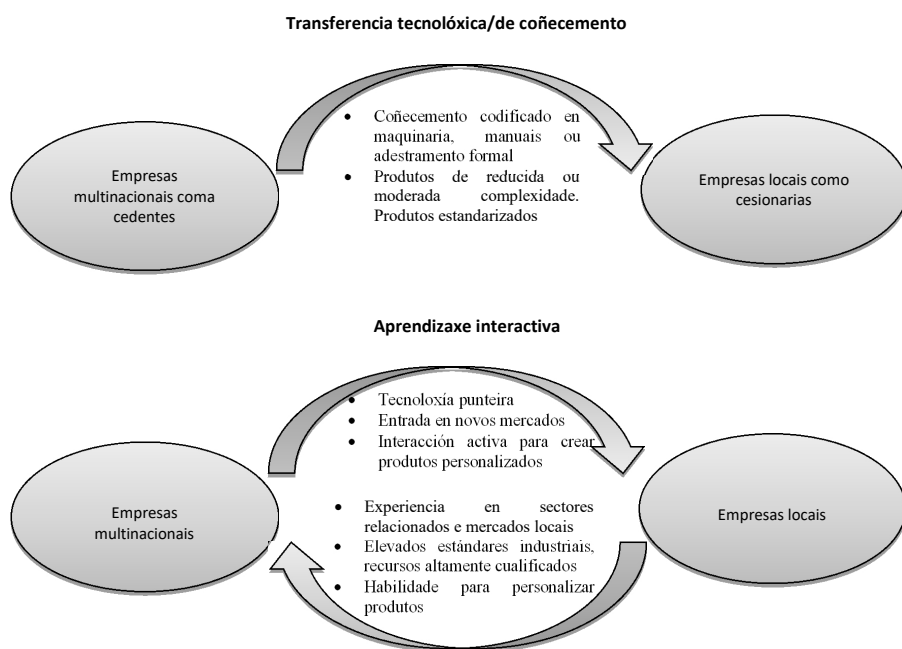
---

10 O termo gobernanza refírese á “coordinación de actividades económicas mediante relacións de non mercado” (Humphrey e Schmitz, 2002, p. 1018).



establecidas poden ser de tipo relacional e, polo tanto, máis resilientes que outras baseadas só en relacións de mercado (baseadas no prezo) (Gereffi, Humphrey e Sturgeon, 2005). A Figura 2 mostra as principais singularidades e diferenzas destas perspectivas. Porén, o estudo da simultaneidade de ámbolos dous fenómenos na análise sectorial apenas está investigada.

Figura 2. Transferencia tecnolóxica e aprendizaxe interactiva no sector eólico



Fonte: Elaboración propia

En relación aos factores que desencadea calquera tipo de fluxo de coñecemento tecnolóxico, Pueyo et al. (2011) subliñan factores como a relevancia das estruturas institucionais e económicas (regulacións claras e estables) e a capacidade de absorción. Asemade, sinalan a importancia da demanda estable e do tamaño considerable nos mercados locais; e tamén a existencia de políticas de apoio polo lado da oferta e da demanda. Del Río e Unruh (2007), Lund (2009) e Campos e Klagge (2013) afirman que as condicións de demanda, sexa en mercados nacionais ou exteriores, representan unha premisa necesaria para a emerxencia do sector eólico. Así mesmo, Kristinsson e Rao

(2008) establecen coma condición necesaria para a aprendizaxe interactiva, a existencia dun mercado local cun nivel significativo de demanda e potenciais nichos de mercado. Gilsing et al. (2011) sinalan que os fluxos de transferencia de coñecemento varían substancialmente entre sectores. Deste modo, as publicacións científicas, as patentes ou as empresas semente académicas (*academic spin-offs*) son relevantes en sectores industriais baseados na ciencia (*science-based regime*). Porén, os programas de I+D conxuntos, a participación en redes profesionais ou o fluxo de doutores son importantes en sectores industriais máis dependentes do desenvolvemento produtivo (*development-based regime*). Dada a relevancia dos programas industriais de I+D conxuntos (Kristinsson e Rao, 2008), o sector eólico tende a situarse neste último caso.

En definitiva, constátase a relevancia das capacidades do tecido produtivo local e do propio sistema de innovación local como un dos factores determinantes que explican a aprendizaxe interactiva. Neste sentido, esta tipoloxía de transferencia de coñecemento permite beneficiar a ámbalas dúas partes, fomentando a aprendizaxe ao longo do proceso, así como a diversificación cara sendas de desenvolvemento relacionadas tecnoloxicamente. Estas capacidades do tecido local son clave para poder obter o máximo proveito, en termos de fomento das capacidades empresariais locais, ante unhas boas condicións de mercado.



## Parte II.

# Os instrumentos de promoción do sector eólico



## 1. As políticas de promoción do sector eólico

No apartado tres constatouse a multidisciplinaridade na implementación de políticas a nivel sectorial. Neste sentido, o fomento dun novo sector leva implícito o deseño e implementación de políticas de diferente natureza, como poden ser a industrial, a tecnolóxica ou a enerxética, entre outras. Á súa vez, estas políticas que fomentan a innovación e o desenvolvemento sectorial poden constituír medidas polo lado da oferta ou da demanda. Porén, as interaccións presentadas nese apartado describen un proceso en certa medida estático. No proceso de innovación e de desenvolvemento dun sector ligado a unha tecnoloxía renovable interactúan diversas forzas que poden ter un alcance a curto, medio ou longo prazo. Deste modo, cando se analizan os instrumentos que poden fomentar a emerxencia e consolidación do sector da enerxía eólica cómpre ter en conta a dimensión temporal. Asemade, as políticas implementadas nas primeiras fases de desenvolvemento, así como o seu relativo éxito ou fracaso, van condicionar o abano de instrumentos que se poden aplicar en etapas posteriores. Polo tanto, sempre vai estar presente unha certa dependencia da senda (*path-dependence*) nos procesos de deseño, implementación e avaliación de políticas.

Co obxectivo de incluír o horizonte temporal, os diferentes tipos de intervención pódense clasificar en función deste horizonte, a curto, medio e longo prazo; e en base ao seu obxectivo, se é a creación de mercados ou a política industrial e tecnolóxica. Aínda que as diversas modalidades de intervención poden clasificarse segundo outros criterios, selecciónanse os dous anteriormente sinalados, posto que son os que mellor se adaptan á consecución dos obxectivos deste apartado e nos que se fai maior fincapé. Asemade, o amplo abano de políticas non debe entenderse de forma excluínte, pois as distintas políticas tenden á súa complementariedade temporal e á súa perspectiva sistémica.

De acordo ao anteriormente exposto, neste apartado analízanse sistematicamente diversos instrumentos de fomento do sector eólico, tanto polo lado da demanda como da oferta, así como dende a perspectiva de curto, medio e longo prazo. Neste sentido, a Táboa 1 presenta os instrumentos clasificados en función do horizonte temporal e da súa natureza. O horizonte temporal refírese fundamentalmente á fase de desenvolvemento sectorial na que se deberían implementar os devanditos instrumentos. Deste modo, un

instrumento de curto prazo implementaría-se nas primeiras fases de desenvolvemento, debido a que o seu impacto no sector é máis inmediato, especialmente na creación de mercados. Así, unha medida que protexa os mercados locais das importacións ten un efecto máis no curto prazo que o fomento das capacidades produtivas, na que os resultados se apreciarían a medio e longo prazo. Os instrumentos de longo prazo inciden nos determinantes da localización dos axentes en fases de desenvolvemento posteriores. Non obstante, un mínimo de condicións de mercado son necesarias en todo momento para manter o sector eólico, polo que esta clasificación non é taxativa. Por esta razón, a división entre curto e medio-longo prazo indícase cunha liña discontinua. Asemade, os instrumentos clasifícanse en función de se actúan polo lado da demanda ou polo lado da oferta. Os instrumentos de demanda promoven, principalmente, a penetración da enerxía eólica nos mercados. En cambio, os instrumentos de oferta inciden na capacidade produtiva dos axentes do sector para fornecer de bens e servizos á cadea de valor.

*Táboa 1. Clasificación dos instrumentos de fomento do sector eólico*

	Instrumentos de demanda	Instrumentos de oferta
Curto prazo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrumentos do réxime retributivo</li> <li>• Concursos públicos de potencia</li> <li>• Obxectivos de política enerxética</li> <li>• Incentivos financeiros e fiscais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Políticas de contido local</li> <li>• Aranceis</li> </ul>
Medio e longo prazo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compra pública verde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incentivos á I+D</li> <li>• Infraestrutura tecnolóxica</li> <li>• Transferencia tecnolóxica e aprendizaxe interactiva</li> </ul>

*Fonte: Elaboración propia*

## **2. A creación de mercados e capacidades produtivas no horizonte do curto prazo**

A creación de mercados constitúe unha condición necesaria para a emerxencia e posterior consolidación dun sector, especialmente cando se analiza unha nova fonte de enerxía renovable. Así sucede coa enerxía eólica, que ten que competir nun sistema enerxético baseado na produción centralizada de enerxía de orixe fósil e con fortes rixideces institucionais. Segundo Del Río e Bleda (2012), pódense diferenciar entre os instrumentos de promoción das enerxías renovables destinados a facilitar a súa expansión, mediante a creación de mercados; e aqueles englobados no apoio público á I+D. A primeira tipoloxía ten unha clara orientación cara á demanda, mentres que a segunda caracterízase por ser un conxunto de medidas polo lado da oferta. Asemade, os instrumentos que favorecen a expansión das enerxías renovables afectan directamente á creación de mercados, se ben tamén teñen un impacto indirecto na aprendizaxe produtiva, na innovación e nos investimentos privados en I+D (Del Río e Bleda, 2012; Polzin et al., 2015). Estes efectos indirectos prodúcense debido ao aumento das expectativas de crecemento no mercado das fontes renovables, así como por unha maior estabilidade nos fluxos de caixa dos promotores. Polo tanto, as políticas de demanda (creación de mercados) non só se circunscriben a fomentar unha maior penetración destas fontes enerxéticas. Neste sentido, Iizuka, Dantas e Bodas (2015) diferencian entre a difusión da capacidade de xeración de electricidade (vinculada á penetración no mercado) e a difusión da capacidade de produción de equipamento (fortalecemento da oferta).

Neste apartado analízanse os principais instrumentos, tanto polo lado da demanda como da oferta, que fomentan o desenvolvemento da enerxía eólica nas primeiras fases de desenvolvemento. Os instrumentos estudados e descritos constitúen os máis estendidos no eido da enerxía eólica, facendo especial fincapé naqueles aplicados na realidade galega e española.



## **2.1. As políticas de demanda**

O principal obxectivo das políticas de demanda consiste en incrementar a penetración da enerxía eólica no mercado das tecnoloxías renovables (Del Río e Unruh, 2007; Campos e Klagge, 2013). A súa implementación está xustificada polo deficiente funcionamento do sistema de prezos para substituír as fontes de enerxía convencionais polas renovables e as barreiras institucionais que impiden o seu desenvolvemento (Dosi e Grazi, 2009). Deste modo, para garantir un maior grao de penetración da enerxía eólica destacan algunhas políticas polo lado da demanda, como son un sistema estable de primas ou concursos públicos de asignación de potencia transparentes. Asemade, os incentivos financeiros e fiscais, así como os obxectivos de política enerxética constitúen exemplos significativos de políticas polo lado da demanda (Friebe, Flotow e Täube, 2014).

### **2.1.1. Os obxectivos de difusión da xeración de electricidade de orixe eólica**

Os obxectivos de política enerxética constitúen un eixo central para a planificación enerxética e o desenvolvemento das estratexias para cada tecnoloxía. Deste modo, os obxectivos de política enerxética deben xurdir do consenso nas metas e no método para abordar os retos e as novas oportunidades que faciliten unha solución ante problemas ambientais e socioeconómicos. Este tipo de instrumentos pódense articular mediante uns obxectivos voluntarios ou metas orientativas; ou ben, a través de obxectivos obrigatorios. Independentemente do nivel de compromiso, constitúen instrumentos polo lado da demanda, dado que as autoridades incentivan a penetración das enerxías renovables mediante o establecemento dos piares para outras políticas, coma poden ser as do sistema remunerativo ou incentivos financeiros ou fiscais. Deste modo, constitúen o punto de partida ou razón pola cal se implementan outras medidas de creación de mercados.

A nivel supranacional, a Unión Europea acordou na Directiva 2009/28/CE obxectivos mínimos vinculantes para o conxunto dos Estados membros e para cada un deles cara ao ano 2020. A grandes trazos, a normativa comunitaria establece que o 20% do consumo final bruto de enerxía da UE proveña de fontes renovables para o ano 2020. Asemade, fixa unha porcentaxe do

10% para a enerxía consumida no sector do transporte para cada Estado membro. A maiores destes obxectivos, estipúlase que a eficiencia enerxética ten que mellorar un 20% e as emisións de gases de efecto invernadoiro deben reducirse nunha porcentaxe análoga.

En España, o Instituto para a Diversificación e o Aforro da Enerxía (IDAE), dependente do Ministerio de Industria, Turismo e Comercio; establece os obxectivos por tecnoloxías renovables, así como medidas para a súa consecución. En particular, o Plan de Acción de Enerxías Renovables de España (PANER) 2011-2020 (IDAE, 2010) e o Plan de Enerxías Renovables (PER) 2011-2020 (IDAE, 2011) constitúen os documentos principais que sistematizan toda esta información. Ademais, ditos plans traspoñen os requirimentos da Directiva 2009/28/CE aos obxectivos nacionais en materia enerxética e establecen mecanismos de seguimento e avaliación. O PANER fixa unha porcentaxe global de participación das enerxías renovables dun 20,8% no consumo final bruto de enerxía.

En relación coa enerxía eólica, o PANER estipula a súa achega conxuntamente coa enerxía hidráulica, no 70% do total da produción eléctrica de orixe renovable para o ano 2020, sendo a primeira a predominante. Deste modo, a enerxía eólica contribuirá co 52% da produción eléctrica de orixe renovable, supoñendo o 20% da produción eléctrica total e superando á nuclear. Neste sentido, tamén se estima unha produción de 8.000 GWh para a enerxía eólica mariña (IDAE, 2010). A Figura 3 amosa a evolución das previsións da potencia instalada recollidas no PER 2011-2020, comparando coa evolución real da mesma variable ata 2014. Os datos da potencia instalada real en España para o período 2011-2014 foron recollidos dos anuarios da Asociación Empresarial Eólica (AEE). Esta comparación permite analizar o grao de cumprimento dos obxectivos de expansión da enerxía eólica en España, aproximadamente no ecuador de vixencia do PER. As previsións estiman que en España se instalarán 13.895 MW entre os anos 2011 e 2020, dos cales 750 corresponderían á enerxía eólica mariña. Estas cifras representan un crecemento total do 63,6% da potencia instalada eólica cara finais de período. Porén, pódese apreciar un crecente desfase entre as previsións e a potencia realmente instalada nos primeiros catro anos de vixencia do PER. A principal razón é que durante os primeiros catro anos, a taxa de variación media anual acumulada da potencia foi do 1,5%; mentres que a mesma taxa aplicada para o mesmo período ás cifras estimadas no PER ascendeu ata o

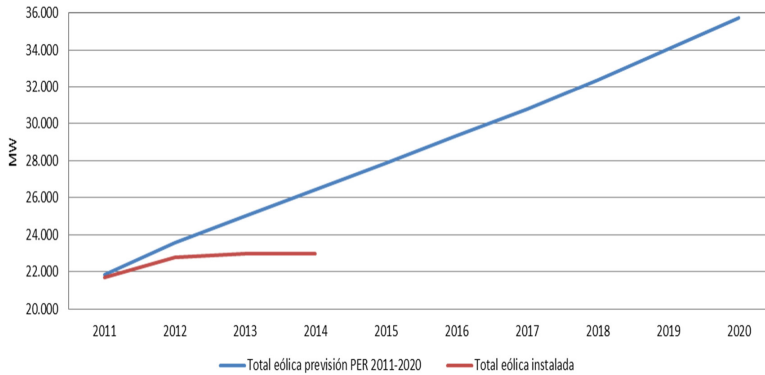
4,9% e para o período completo é do 5%. Polo tanto, o ritmo de crecemento anual é moi dispar entre as previsións e os valores realmente acadados, polo que a brecha aumentará se a evolución do sector segue como ata agora. De feito, a finais do ano 2014 había instalados 22.987 MW, pero o PER estimou que ascendería a 26.438 MW, un 15% máis. Na Figura 3 amósase que dende 2012, ano a partir do cal se introduciron os cambios no réxime retributivo das enerxías renovables e se eliminou o sistema de primas, a potencia instalada acumulada en España apenas variou, con tan só 202 MW instalados. Finalmente, en relación coa enerxía eólica mariña, a finais de 2014 non había parques instalados, salvo proxectos en fase de demostración.

En relación coas propostas do PER 2011-2020 para alcanzar os obxectivos fixados, destacan as propostas de carácter horizontal, cun alcance global, que permitirían un maior grao de integración da enerxía eólica no sistema eléctrico. Neste sentido, sublíñase a necesidade dun desenvolvemento axeitado das infraestruturas eléctricas, incluíndo novas interconexións internacionais, o aumento da capacidade de almacenamento enerxético, así como a potenciación da xestión en tempo real. En definitiva, inténtanse reducir os vertidos de enerxía eólica<sup>11</sup> e, así, optimizar a potencia instalada. No PER 2011-2020 tamén se indica a necesidade de implementar un réxime retributivo estable e predicible, meta que está seriamente comprometida polos recentes cambios normativos con carácter retroactivo que incrementaron a incerteza.

---

11 Os vertidos de enerxía renovable son interrupcións da produción de enerxía para adecuar a xeración eléctrica á demanda en cada momento. A enerxía eólica é unha fonte enerxética non xestionable (procede dunha enerxía primaria, o vento, que non depende do fornecemento humano) e os parques eólicos presentan curtos tempos de arranque e parada (IDAE, 2011). Desta forma, en momentos de baixa demanda (horas val) e moito vento, óptase por parar as instalacións para non causar un desfase entre oferta e demanda no sistema eléctrico.

Figura 3. Evolución da potencia eólica prevista polo PER 2011-2020 e a realmente instalada



Fonte: Elaboración propia a partir de IDAE (2011) e AEE (varios anos)

Nas medidas relativas á I+D e á innovación destacan os proxectos de demostración de instalacións eólicas de pequena potencia, iguais ou inferiores a 5kW, conectadas á rede. Ademais, as instalacións de pequena potencia, ata 10kW, destinadas ao sector residencial e terciario terían liñas especiais de financiamento. Asemade, impúlsase o desenvolvemento tecnolóxico innovador que incorpore dispositivos de almacenamento tecnolóxico. En relación coa enerxía eólica mariña, recóllense propostas normativas orientadas a simplificar o procedemento administrativo para plataformas experimentais de I+D. Finalmente, cómpre mencionar a creación da rede científico-tecnolóxica REOLTEC, coordinada pola AEE, que engloba ao sector empresarial, laboratorios e centros de investigación. Os principais obxectivos desta rede consisten en definir as liñas e prioridades científicos-tecnolóxicas, impulsar a cadea de valor sectorial, coordinar as accións con asociacións semellantes, avanzar na integración da enerxía eólica na rede e, por último, difundir os logros da industria nacional.

### 2.1.2. Os concursos públicos de potencia

Os concursos públicos de potencia constitúen un instrumento polo lado da demanda que pode estimular a penetración da enerxía eólica nun territorio, así como fomentar beneficios socioeconómicos en termos de nova produción industrial, creación de emprego ou conservación ambiental. Actualmente, o principal modelo implementado baséase nunha poxa de potencia instalada que organiza a administración pública competente, na cal os potenciais promotores ofrecen un prezo pola enerxía que van producir (Iglesias, Del Río e Dopico, 2011). Porén, este tipo de poxas poden conter criterios adicionais para favorecer algunha tipoloxía de promotor en particular, como axentes locais (Campos e Klagge, 2013). Neste último caso, estipúlanse nas poxas diversos criterios socioeconómicos como poden ser a creación de capacidade industrial, emprego ou algún grao de socialización dos beneficios da explotación deste recurso renovable. Asemade, este último modelo de concurso público de potencia multicriterio pode incorporar outros instrumentos para a consecución dos criterios socioeconómicos, como poden ser as políticas de contido local, que se analizan no apartado das políticas de oferta (subapartado 6.2.1).

En España, a competencia para autorizar instalacións eléctricas que afecten unicamente a unha comunidade autónoma reside nos gobernos autonómicos (Bacigalupo, 2010). Neste sentido, existen dous tipos de concursos públicos para autorización de parques en España e ámbolos dous están baseados nun modelo multicriterio (Iglesias, Del Río e Dopico, 2011):

Concursos baseados na iniciativa dos promotores. Este tipo de normativa foi o primeiro en implementarse, sendo os promotores os axentes que iniciaban os procedementos de autorización. Rexíanse por uns amplos criterios técnicos, financeiros, ambientais e socioeconómicos que tiñan que ser demostrados polos propios promotores, como no caso dos requirimentos de contido local. As autorizacións administrativas en Galicia ao amparo do Decreto 205/1995 seguiron este patrón. A mentalidade imperante tras este deseño de concurso era a produtivista (*more is better*; en terminoloxía anglosaxona), posto que se primaba o crecemento da potencia instalada sobre outros parámetros (Simón et al., 2010; Iglesias, Del Río e Dopico, 2011).

Concursos baseados na iniciativa dos reguladores. Nesta tipoloxía de concursos, os gobernos autonómicos deseñan previamente uns criterios e

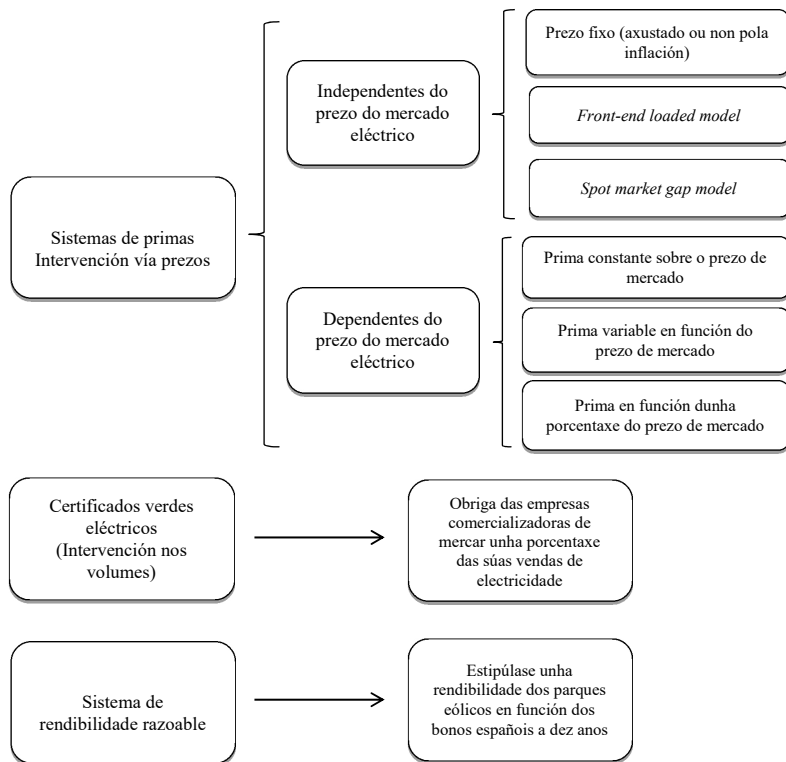
requirimentos técnicos, financeiros e socioeconómicos explícitos. Pola súa parte, os promotores preséntanse á poxa e as súas propostas son avaliadas segundo os parámetros prefixados. Por exemplo, adóitanse fixar criterios de solvencia económica ou de impacto económico que terían as actividades de explotación eólica (empregos creados ou capacidade industrial xerada, entre outros). A lexislación galega adaptouse a esta tipoloxía tras a promulgación do Decreto 242/2007 e a Lei 8/2009.

### 2.1.3. Os instrumentos do réxime retributivo

Existen dous esquemas tradicionais de apoio á penetración das enerxías renovables, un baseado na intervención nos volumes producidos, os certificados verdes eléctricos (*green electricity certificates*); e outro fundamentado na intervención vía prezos, sistema de primas (*feed-in-tariffs*) (Söderholm, 2008). O esquema de primas, que se pode clasificar en dependentes ou independentes do prezo de mercado da electricidade, é o máis estendido na maior parte de Europa. Non obstante, os certificados verdes contan cunha ampla traxectoria en países como Suecia ou Noruega. A Figura 4 sintetiza estes instrumentos e as súas posibles variantes que se analizan neste apartado. A súa análise pormenorizada xustifícase polas distintas implicacións no mercado eléctrico, así como nos resultados ligados á penetración desta enerxía renovable nos mercados nacionais.

Un terceiro modelo retributivo, baseado na rendibilidade razoable dos parques eólicos, constitúe un instrumento completamente diferente aos sinalados anteriormente. Neste sentido, estipúlase unha remuneración ligada á rendibilidade do bono español a dez anos, en función da tecnoloxía e da antigüidade das instalacións. Trátase dun modelo único en Europa, que xurdiu en España tras a reforma enerxética do ano 2013.

Figura 4. Principais instrumentos do réxime retributivo da enerxía eólica



Fonte: Elaboración propia a partir de Couture e Gagnon (2010); Söderholm (2008); Real Decreto-lei 9/2013

### 2.1.3.1. Sistema de primas (*feed-in-tariffs*)

O esquema de primas (*feed-in-tariffs*) estrutúrase en dous tipos, en función do seu grao de dependencia dos prezos da electricidade (Couture e Gagnon, 2010; Schallenberg-Rodríguez e Haas, 2012). Tamén pode existir unha combinación dos dous modelos anteriores de primas, como no caso de España ata a reforma de xullo de 2013. Ata dita reforma, os produtores podían acollerse a unha tarifa regulada, similar a un sistema independente dos prezos da electricidade (*market-independent feed-in tariffs* ou *fixed price model*), ou ben, a un sistema de primas dependente dos prezos eléctricos (*premium feed-in tariffs*). Neste último caso, existían uns valores máximos do prezo da electricidade para os cales non se percibiría prima algunha. Asemade,

o prezo mínimo aseguraba percibir a totalidade da prima por debaixo dese limiar.

Este apartado analiza os tres principais instrumentos de cada tipo, dada a súa incidencia na expansión da enerxía eólica. O réxime retributivo baseado nas primas amosou os mellores resultados para desenvolver as enerxías renovables, dado que reduce os custos para os consumidores e facilita o incremento da capacidade instalada (Butler e Neuhoff, 2008). Asemade, este modelo retributivo presenta os mellores resultados para fomentar o desenvolvemento das enerxías renovables tecnoloxicamente máis inmaduras e os investimentos privados en I+D (Del Río e Bleda, 2012). Dong (2012) tamén resalta os mellores resultados das primas fronte aos certificados verdes para incrementar a potencia instalada da enerxía eólica. En todo caso, ao analizar as particularidades por países, indica que o deseño específico destas políticas é decisivo para o seu éxito, polo que non se debería considerar a priori que un instrumento é superior ao outro. Polzin et al. (2015) realizaron un estudo, con datos de panel dos países da OCDE, co obxectivo de analizar o impacto das políticas públicas de fomento das enerxías renovables no investimento institucional nestas enerxías. As evidencias empíricas amosan que, dentro dos instrumentos retributivos, o sistema de primas é o que máis incentiva o investimento institucional na enerxía eólica e, polo tanto, o crecemento da potencia instalada mediante esta tipoloxía de investidores.

#### *a) Sistema de primas independentes do prezo do mercado eléctrico*

Este tipo de instrumentos independentes do prezo de mercado, que é a opción máis estendida, ofrecen un prezo ou tarifa fixa ou mínima á electricidade subministrada á rede (Couture e Gagnon, 2010). O obxectivo desta remuneración consiste en cubrir os custos do desenvolvemento tecnolóxico e, adóitase acompañar cunha garantía de compra da electricidade xerada. En relación á estabilidade da retribución, o sistema de primas con tarifa regulada constitúe o esquema con menor incerteza.

O modelo máis básico é o que estipula unha tarifa fixa pola electricidade de orixe eólica subministrada á rede. Esta tarifa pode contemplar mecanismos de axuste parcial ou completo segundo o nivel de inflación, co obxectivo de que os produtores non sufran unha redución nas súas retribucións reais. A principal vantaxe do modelo básico é a súa previsibilidade e



estabilidade, o que contribúe a crear un entorno favorable aos investimentos. Nos casos de que haxa algún tipo de indexación, pode darse unha excesiva remuneración ao final do período de investimento, posto que a maior parte do investimento xa está amortizada (Couture e Gagnon, 2010). En España, ao amparo do Real Decreto 661/2007, conviviu un modelo híbrido de tarifa fixa regulada cun sistema de primas dependentes do prezo da electricidade no mercado eléctrico. Asemade, este modelo é empregado en Alemaña dende o ano 2000.

A segunda variante dos instrumentos independentes do prezo de mercado eléctrico son os modelos *front-end loaded*. Estes instrumentos concentran os pagos de maior contía ao comezo da vida útil dos parques eólicos, período no que hai unha maior esixencia de fluxos de caixa debido ás amortizacións, así como un maior grao de incerteza (Couture e Gagnon, 2010). Esta opción foi implementada, con certas particularidades, en Francia, Chipre ou Suíza.

Finalmente, o modelo *spot market gap* representa a terceira variante, baseado nunha remuneración fixa constituída pola suma do prezo derivado do mercado eléctrico e un subsidio. Este subsidio é variable, dependendo da diferenza entre a tarifa establecida como remuneración e o prezo no mercado eléctrico. Deste modo, se o prezo no mercado eléctrico é superior á tarifa establecida, non se obtén subsidio e a contrapartida establécese na tarifa fixada no esquema de remuneración (Couture e Gagnon, 2010). Esta última situación pode acontecer no caso de que o prezo da enerxía convencional, de orixe fósil, se incremente e conduza a unha subida dos prezos do mercado eléctrico.

#### *b) Sistema de primas dependentes do prezo do mercado eléctrico*

Os modelos retributivos dependentes do prezo da electricidade no mercado eléctrico ofrecen unha prima sobre dito prezo, que pode ser constante ou variable (Couture e Gagnon, 2010). Dita prima pode estar deseñada para incorporar as externalidades positivas, tanto ambientais coma sociais, ao sistema de prezos ou como unha forma de compensación dos custos de xeración (Ragwitz et al., 2009). En termos de desenvolvemento da capacidade instalada da enerxía eólica, o modelo dependente dos prezos da electricidade foi o que logrou un maior desenvolvemento das tecnoloxías renovables, en

especial da enerxía eólica (Couture e Gagnon, 2010; Schallenberg-Rodríguez e Haas, 2012). Porén, os certificados verdes e os sistemas de primas dependentes do mercado xeran maior volatilidade nos ingresos dos produtores, ao depender do prezo negociado no mercado diario da electricidade (Couture e Gagnon, 2010).

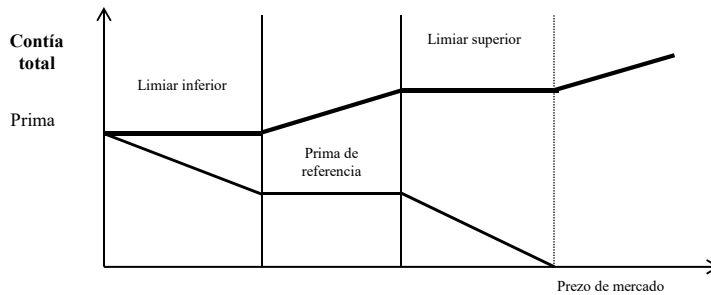
Nesta tipoloxía, o instrumento máis básico é aquel que estipula unha prima fixa sobre o prezo da electricidade. Neste sentido, o prezo total pagado pola enerxía eólica fluctuaría segundo as variacións do prezo da electricidade no mercado eléctrico. A principal desvantaxe deste modelo consiste nos posibles altos custos para o sistema eléctrico, no caso de que o prezo da electricidade aumente, posto que a prima manterase invariable (Couture e Gagnon, 2010). Este esquema aplicouse en países como República Checa, Eslovenia, Dinamarca ou España. No caso de España, este modelo dou paso a un sistema de primas variable.

O segundo modelo é o sistema de primas variable. Co obxectivo de garantir unha remuneración mínima aos produtores, así como evitar un custo insostible para o sistema eléctrico, este modelo establece uns valores de referencia mínimos e máximos (Schallenberg-Rodríguez e Haas, 2012; Couture e Gagnon, 2010). O prezo mínimo resultante permite garantir unha remuneración mínima e o prezo máximo funcionaría como unha ferramenta para non incorrer nuns beneficios excesivos, comunmente coñecidos coma beneficios caídos do ceo. Deste modo, evítanse, en gran medida, os vaivéns nos incentivos dada a volatilidade do prezo de mercado da electricidade. O seu funcionamento é o seguinte. Cando a suma do prezo do mercado eléctrico e a prima de referencia se sitúa entre os dous limiares, os produtores reciben a prima de referencia, sumándose ao prezo do mercado. Porén, cando dita suma non acada o limiar inferior estipulado na normativa, a prima de referencia calcularíase como a diferenza entre o limiar inferior e o prezo de mercado. Neste caso, a prima acadaría o valor máximo. Pola contra, se o prezo de mercado se sitúa entre o límite máximo menos a prima de referencia, a prima de referencia será a diferenza entre o valor máximo e o prezo de mercado. Deste modo, a prima de referencia descenderá ata o punto no que o prezo de mercado acada o valor do limiar superior. Nese momento, a prima é nula e, os produtores obteñen unicamente o prezo de mercado. A Figura 5 sintetiza graficamente este sistema de prima variable, definindo catro tramos diferentes a partir dos dous limiares e a prima de referencia. Este

modelo retributivo híbrido posibilitou un forte desenvolvemento da enerxía eólica en España ao amparo do Real Decreto 661/2007.

Por último, pódese definir a prima a partir dunha porcentaxe fixa do prezo da electricidade no mercado. Deste modo, a prima varía en función do prezo de mercado, pero nunha proporción fixa e determinada. A principal vantaxe de establecer unha porcentaxe fixa sobre o prezo de mercado é que se minimiza a obtención de beneficios caídos do ceo. Asemade, garante un mínimo de seguridade ao investimento no caso dunha caída no prezo da electricidade. Este modelo foi implementado en Alemaña e Dinamarca nos anos noventa e, en España nun reducido período de tempo comprendido entre 2004 e 2006 (Couture e Gagnon, 2010).

Figura 5. Sistema de primas variable



Nota: A liña de maior grosor indica a contía total recibida polos produtores de enerxía eléctrica de orixe eólico. Pola contra, a de menor grosor representa a prima percibida.

Fonte: Couture e Gagnon (2010)

### 2.1.3.2. Os certificados verdes negociables (*green certificates*)

Os certificados verdes consisten nunha obriga de compra para as empresas distribuidoras dunha cantidade de certificados (enerxía renovable) en función dunha porcentaxe das súas vendas totais de electricidade (Ringel, 2006; Söderholm, 2008). Deste modo, unha das principais vantaxes deste modelo é que non distorsiona o sistema de prezos ao actuar tan só sobre cantidades (Söderholm, 2008). Neste sentido, o mercado está definido pola demanda, determinada por unha cota fixada; así como pola oferta, xerada polos produtores. Non obstante, pode provocar certo grao de ineficiencia, debido a que non ten en conta as capacidades e posibilidades individuais para poder cumprir co requisito de compra ou produción de electricidade

de orixe renovable. Esa ineficiencia mitigárase no caso de que se poidan negociar os certificados (Ringel, 2006). Neste último caso, os produtores de enerxía renovable venden a produción no mercado eléctrico e obteñen un prezo de mercado, co perigo asociado de incorrer en perdas se a tecnoloxía non acadou un nivel significativo de madurez tecnolóxica. Para compensar estas perdas, acoden ao mercado de certificados para vendelos ás distribuidoras a un prezo que cubra os custos de produción e lles poda xerar un determinado beneficio. O mercado de certificados, que é independente do mercado eléctrico, intenta incorporar as externalidades positivas de producir con fontes renovables e constitúe unha fonte de ingresos adicional para os produtores.

Butler e Neuhoff (2008) realizaron unha comparación entre o modelo alemán de primas independentes dos prezos do mercado e o sistema británico de certificados verdes. Constataron que o primeiro conseguiu unha maior expansión da enerxía eólica cun menor custo para o consumidor. Bergek e Jacobsson (2010) analizaron os resultados do modelo sueco de certificados verdes negociables e comprobaron que se alcanzou o desenvolvemento das enerxías renovables, pero cuns altos custos para os consumidores e non se contribuíu ao cambio tecnolóxico. Nalgúns países combínase o sistema de certificados verdes con subsidios á produción de enerxía con fontes renovables. Aínda que se estableceu unha forte dicotomía entre o modelo de primas e o de certificados (Ringel, 2006), ámbolos dous non teñen porque ser excluíntes e poden complementarse mutuamente (Midttun e Gautesen, 2007). Nas etapas iniciais de desenvolvemento podería ser preciso primar o desenvolvemento dun amplo espectro de tecnoloxías e a súa propia experimentación e innovación. Porén, en etapas posteriores, nas que a tecnoloxía é máis madura, sería preciso fomentar a adaptación a condicións de libre competencia crecente entre tecnoloxías e eliminar calquera tipo de incentivos a instalacións pouco eficientes. O sistema baseado nos certificados verdes constituiría unha transición á libre competencia plena entre tecnoloxías.

Os Países Baixos contan coa maior experiencia na utilización deste instrumento na UE (Ringel, 2006). Suecia implementou este tipo de incentivos en 2003 e, tamén comezaron longas negociacións para integrar e harmonizar o sistema retributivo nacional co modelo noruegués (Söderholm, 2008; Bergek e Jacobsson, 2010). Reino Unido tamén desenvolveu un modelo, baseado nos certificados verdes para a enerxía eólica, chamado *Renewable*

*Obligations* (RO). As empresas distribuidoras de electricidade estaban obrigadas a mercar o 3% do total da xeración no ano 2002 e o 15,4% cara a 2015 (Butler e Neuhoff, 2008).

### 2.1.3.3. O sistema de rendibilidade razoable

O último modelo retributivo que se analiza é o máis novo cronoloxicamente. Regulouse, por primeira vez en España, polo Real Decreto-lei 9/2013, sendo posteriormente ampliado pola Lei 24/2013, do Sector Eléctrico; o Real Decreto 413/2014 e a Orde IET/1045/2014. Este réxime retributivo é o primeiro da súa tipoloxía en Europa. Entre as principais motivacións do cambio de réxime retributivo atópase reducir o crecente e estrutural déficit tarifario<sup>12</sup>, o desequilibrio entre os ingresos do sistema eléctrico polas peaxes (fixadas pola administración e pagadas polos consumidores) e os custos regulados (Costa, 2014). En España, as partidas referidas a obxectivos de política enerxética e social incorpóranse aos custos asociados á tarifa de acceso en vez de trasladarse ao orzamento público, polo que se xerou unha elevada contía de custos, superando anualmente os ingresos obtidos. Mediante este cambio lexislativo, os principais recortes recaen nas enerxías renovables do antigo réxime especial, particularmente sobre a enerxía eólica e a solar fotovoltaica.

O réxime especial das enerxías renovables dá paso ao chamado réxime retributivo específico (Real Decreto 413/2014), no que se englobarían as fontes de produción renovables, coxeración de alta eficiencia e, residuos que non alcancen a cubrir os custos para competir co resto de tecnoloxías no libre mercado obtendo unha rendibilidade razoable. Neste novo marco retributivo, as instalacións eólicas poden recibir unha retribución específica composta por un termo por unidade de potencia instalada que cubra os custos de investimento dunha instalación tipo e que non poidan ser recuperados pola venda da electricidade no mercado. Analogamente, estipúlase un termo que cubra a posible diferenza entre os custos de operación e os ingresos. En todo caso, este réxime retributivo non excedería un limiar mínimo que cubra os custos que faciliten a libre competencia entre tecnoloxías e que asegure unha rendibilidade razoable ás instalacións.

---

12 O desfase entre ingresos e custos durante os anos 2000 e 2014 foi de 36.000 millóns de euros (Costa, 2014), e o saldo de débeda acumulada en maio de 2013 ascendeu a 26.062 millóns de euros (Real Decreto-lei 9/2013).

Establécese o principio central de rendibilidade razoable como o rendemento medio no mercado secundario das Obrigacións do Estado Español a dez anos, sumando o diferencial correspondente. En particular, o Real Decreto 413/2014 establece que a rendibilidade razoable calcularase como o rendemento medio das Obrigacións do Estado a dez anos no mercado secundario dos vinte e catro meses previos ao mes de maio do ano anterior ao do inicio do período regulatorio incrementado cun diferencial. Neste sentido, os parámetros retributivos poden ser obxecto de modificación en cada período regulatorio. No caso de instalacións que tiveran dereito ao réxime primado antes da entrada en vigor do Real Decreto-lei 9/2013, a rendibilidade razoable é o rendemento medio no mercado secundario dos últimos dez anos antes da entrada en vigor deste Decreto das Obrigacións do Estado Español a dez anos, incrementado cun diferencial de 300 puntos básicos.

En relación aos resultados deste modelo retributivo, dada a recente promulgación destes cambios lexislativos, aínda non existe un horizonte temporal suficientemente amplo como para avaliar os resultados. Porén, unha das principais eivas que se atribúe ao modelo é a súa retroactividade, pola cal as instalacións primadas anteriormente á vixencia da Lei 24/2013 do Sector Eléctrico, perden o réxime de primas previo (regulado polo Real Decreto 661/2007). Isto provoca inseguridade xurídica, elemento crucial nun sector intensivo en capital como o enerxético e, particularmente, o eólico. Fondos de investimento internacionais que apostaron principalmente pola enerxía eólica e a fotovoltaica antes destas modificacións normativas interpoñen recursos ante a xustiza española. Asemade, como a rendibilidade razoable se calcula para a vida de cada instalación, os parques eólicos anteriores a 2005 non recibirían incentivo. A maioría dos parques eólicos galegos foron instalados antes desta data, polo que pode supoñer unha traba á viabilidade desas instalacións, xusto no momento no que se pon en tea de xuízo a viabilidade dos novos parques do concurso de 2009.

#### 2.1.4. Os incentivos financeiros e fiscais

A enerxía eólica pode ser obxecto de incentivos financeiros e fiscais á instalación de potencia, á propia actividade de explotación dos parques eólicos ou á exportación de turbinas e ás súas compoñentes. A finalidade destes instrumentos é promover que empresas locais e multinacionais participen nos diferentes segmentos da cadea de valor do sector eólico, polo que constitúe unha medida de creación de mercados. Exemplos de incentivos fiscais son as deducións impositivas por investimentos en parques e tecnoloxía eólica, I+D ou deducións no IVE ou no imposto de sociedades para compradores e vendedores de tecnoloxía eólica local. Asemade, esta clase de instrumentos pódense aplicar a certa tipoloxía de empresas, como as *joint-venture* ou acordo de colaboración entre empresas locais e multinacionais, co obxectivo de fomentar a cooperación e transferencia tecnolóxica; ou a certos tipos de promotores eólicos, coma as comunidades locais. En Canadá, por exemplo, implementáronse deducións impositivas aos salarios pagados á forza laboral local como medida para fixar postos de traballo no territorio. En cambio, o goberno chinés implementou unha dedución no IVE das *joint-venture* entre empresas locais e multinacionais para facilitar a transferencia tecnolóxica (Lewis e Wiser, 2007).

A asistencia crediticia á exportación constitúe unha variante de incentivo financeiro e, tamén un instrumento polo lado da demanda, orientado a promover a internacionalización dos fabricantes de turbinas e compoñentes dunha economía (Campos e Klagge, 2013). Neste sentido, a asistencia á exportación pode instrumentalizarse mediante préstamos con condicións preferenciais, como unha baixa taxa de xuro; ou mediante axuda ao desenvolvemento condicionada a mercar as compoñentes do país doante (Lewis e Wiser, 2007). A asistencia crediticia á exportación constitúe un instrumento desenvolvido, principalmente, polas axencias de crédito á exportación. Segundo Wright (2011), estas axencias poden favorecer o desenvolvemento de proxectos enerxéticos mediante a cobertura de riscos a empresas en grandes e complexos proxectos enerxéticos en economías cunha elevada inestabilidade institucional e/ou macroeconómica. Ademais, poden promover o acceso a novas fontes de enerxía a estamentos sociais desfavorecidos. Por último, pero non menos importante, os obxectivos destas axencias poden

abarcar o incremento da competitividade internacional das empresas exportadoras nacionais mediante o acceso a canles de financiamento privilexiadas.

Este tipo de incentivos cobra relevancia cando os mercados locais non teñen o suficiente tamaño como para fomentar economías de escala e procesos de aprendizaxe produtiva. Polo tanto, os incentivos financeiros e fiscais para a exportación constitúen medidas de creación de mercados das enerxías renovables, é dicir, instrumentos que favorecen a penetración destas fontes de enerxía nos mercados e na sociedade. No eido da enerxía eólica, esta tipoloxía de políticas foi implementada, fundamentalmente, por Dinamarca e Alemaña (Campos e Klagge, 2013). A Axencia Dinamarquesa para o Desenvolvemento Internacional (*Danish International Development Agency*) ofreceu subvencións directas e préstamos para importar turbinas de fabricación dinamarquesa (Lewis e Wiser, 2007). No caso deste país, súblíñase a necesidade de crear un mercado, sexa interno ou externo, para a experimentación produtiva e conseguir economías de escala. Nas primeiras fases de desenvolvemento, a industria eólica dinamarquesa logrou un éxito comercial considerable baseándose nun modelo de desenvolvemento de abaixo a arriba (*bottom-up*), apoiado na experimentación entre usuarios e produtores (Heymann, 1998). Porén, este modelo caracterizado polo xurdimiento de pequenos pioneiros no eido rural que foron paulatinamente mellorando os modelos, tiña uns límites de crecemento dentro de Dinamarca. Deste modo, o apoio á internacionalización das empresas dinamarquesas en mercados emerxentes, como o californiano na década dos anos oitenta, representou un paso crucial para consolidar e incrementar o tamaño das empresas manufactureiras.

En termos relativos, a asistencia crediticia que beneficia a exportación de tecnoloxías renovables aínda ten un peso modesto ao compararse coas fontes convencionais. Unha das principais razóns é que estes mecanismos financeiros non se adaptan aos proxectos a pequena escala de tecnoloxías que, en moitos casos, aínda non alcanzaron unha madurez tecnolóxica considerable. Neste sentido, os principais proxectos renovables receptores de axuda financeira á exportación son os hidroeléctricos a gran escala (Wright, 2011). Nos países da OCDE, a asistencia financeira á exportación a medio e longo prazo para proxectos de enerxías renovables non superou o 1% do destinado para proxectos enerxéticos entre os anos 2002 e 2009 (contía que ascendeu



ao 11% do total) (OECD, 2011). Deste modo, sublíñase a reducida importancia cuantitativa deste instrumento para promover as enerxías renovables.

Aínda que a asistencia crediticia poida ter un impacto positivo para a industria eólica dun país e, en particular, para fomentar a creación de mercados, o seu impacto total é máis limitado en comparación cos instrumentos destinados a potenciar os mercados locais. O principal argumento que sustenta este feito é que no sector eólico rexe a hipótese de proximidade-concentración enunciada por Markusen e Venables (2000). Esta hipótese afirma que nos sectores nos cales os custos de transportes son elevados, a industria sitúase preto dos seus mercados obxectivo. Neste sentido, moitas das pezas dun aeroxerador son moi pesadas como para transportalas a longas distancias, como por exemplo torres, góndolas e pas. Kirkegaard, Hanemann e Wescher (2009) sinalan que, a nivel mundial, os investimentos estranxeiros directos son cuantitativamente máis importantes que as exportacións de turbinas e compoñentes.

## **2.2. As políticas de oferta a curto prazo**

Neste subapartado analízanse as políticas de oferta a curto prazo destinadas á promoción dun sector industrial e de servizos. Esta tipoloxía de medidas non está dirixida á creación de mercado para as enerxías renovables, senón a incentivar unhas capacidades empresariais para fornecer de bens e servizos aos parques eólicos. A combinación de ámbolos dous tipos de políticas é esencial, posto que unha alta dependencia das políticas de demanda pode provocar que parte dos beneficios derivados dunha maior penetración das enerxías renovables saia cara outros territorios. Deste modo, as políticas polo lado da oferta representan unha ferramenta para socializar os beneficios derivados do desenvolvemento da enerxía eólica. Máis alá de favorecer a participación dos axentes eólicos na explotación directa do recurso, unha socialización integral dos beneficios sectoriais debería implicar a participación dos axentes do territorio nos segmentos da cadea de valor.

As políticas de oferta a curto prazo constitúen instrumentos que incentivan a localización de empresas do sector nas primeiras fases de desenvolvemento. Este subapartado céntrase nas principais características das políticas de contido local, amplamente utilizadas en España, e os aranceis. Non obstante, non son variables que poidan explicar por si soas a resiliencia

do sector e a súa posterior competitividade a longo prazo. Neste sentido, as políticas de oferta a longo prazo, en particular o papel xogado pola I+D e a infraestrutura tecnolóxica, analizaranse no seguinte apartado.

### 2.3. As políticas de contido local

As políticas de contido local (ou *local content requirement*, LCR, en terminoloxía anglosaxona), consisten nun instrumento polo lado da oferta que obriga aos promotores de parques eólicos a mercar unha porcentaxe mínima, establecida legalmente, a provedores locais de compoñentes de aeroxeradores, obra civil e servizos. O principal obxectivo é fortalecer a produción local de compoñentes e crear masa crítica de empresas no sector. Porén, se no punto de partida non existe unha estrutura previa de empresas que poidan subministrar unha parte dos insumos, e se implementan as medidas de contido local de forma repentina, poden aparecer embotellamentos. Neste sentido, en moitos mercados, como o español e o británico, a importancia das políticas públicas como as de contido local e subsidios están principalmente delimitadas ás primeiras fases de desenvolvemento (Varela-Vázquez e Sánchez Carreira, 2017). En todo caso, o mercado no cal se implementan políticas de contido local debe ter un tamaño considerable, en termos de potencia instalada, para que estes instrumentos de atracción de empresas teñan éxito. No caso de que o mercado posúa un tamaño reducido ou os requisitos sexan excesivamente esixentes, o custo do equipamento elevaríase considerablemente, impactando negativamente na competitividade da enerxía eólica e no propio prezo da electricidade (Lewis e Wiser, 2007). Neste caso amósase que os obxectivos de política económica (creación de emprego) e os obxectivos intra-firma (incrementar a eficiencia interna na loxística) poden ser opostos en relación ao desenvolvemento económico e ás cadeas de valor globais (Taylor, 1998; Altenburg, 2006). Polo tanto, pode existir un *trade-off* entre creación de emprego e perda de eficiencia. Neste sentido, Lewis e Wiser (2007) sinalan a necesidade de aplicar os LCR de forma progresiva dado o impacto negativo no custo das turbinas e na dificultade de moitos fabricantes para cumprir coas porcentaxes mínimas, como no caso de Brasil, Canadá e China.

Estas medidas foron implementadas en España<sup>13</sup>, Brasil, Canadá e China, entre outros mercados. No caso español, esta tipoloxía de instrumentos foi aplicada na maior parte das Comunidades Autónomas (Galicia, Castela e León, Navarra, Valencia, ...) e o propio auxe da multinacional española Gamesa foi debido, en gran parte, á implementación rexional de políticas de contido local (Lewis e Wiser, 2007). Estes requisitos veñen recollidos, xeralmente, nas condicións dos concursos públicos para autorizar os parques eólicos. A súa existencia xustifícase pola posible creación de emprego e produción industrial, ao obrigar ás empresas beneficiarias a realizar unha porcentaxe determinada do investimento total con empresas localizadas nun territorio determinado. Deste modo, os concursos públicos de potencia que recollen obxectivos socioeconómicos (como a creación de emprego) denomínanse en terminoloxía anglosaxona *multicriteria regional bidding procedures*, para diferencialos daqueles nos que o principal criterio de concesión consiste no compromiso de subministro eléctrico ao menor prezo. En moitos casos, con este instrumento preténdese diversificar o tecido produtivo e tratar de potenciar a certas rexións economicamente deprimidas.

#### 2.4. Os aranceis

Os aranceis son outros instrumentos polo lado da oferta complementarios ás políticas de contido local no eido eólico. A motivación da súa implementación é semellante ao caso das políticas de contido local, posto que intentan inducir a localización da industria manufactureira nun territorio determinado. Xeralmente, o seu funcionamento baséase no intento de penalizar a importación do produto final (a turbina) en comparación coa importación de compoñentes (produtos intermedios) (Lewis e Wiser, 2007). Deste modo, favorécese a implantación de empresas dedicadas á ensamblaxe e ao rematado do produto. Porén, a súa eficacia dependerá, en gran medida, das capacidades industriais propias do territorio e das facilidades para atraer investimento estranxeiro en segmentos de alto contido tecnolóxico. En caso contrario, este sistema de aranceis permitiría tan só a realización de actividades de baixo valor engadido, como son as de ensamblaxe. Da mesma forma que acontece cos requisitos de contido local, uns elevados aranceis

---

13 No caso de Galicia, o Decreto 205/1995 estipulaba a obriga de especificar nos plans industriais as porcentaxes de contido local.

poden incrementar o custo final da turbina e penalizar a competitividade desta fonte de enerxía renovable. Asemade, a súa implementación tería que ser progresiva, para non provocar embotellamentos, é dicir, períodos de desabastecemento debido á ausencia de capacidades produtivas.

Este tipo de políticas proteccionistas, que discriminan a importación do produto completo fronte á importación de compoñentes, foron implementadas por países como Dinamarca, Alemaña, India e China (Lewis e Wiser, 2007; Kristinsson e Rao, 2008; Campos e Klagge, 2013). A pesar da súa ampla utilización, a Organización Mundial do Comercio (OMC) posiciónase en contra destas medidas proteccionistas, posto que supoñen, conxuntamente coas políticas de contido local, unha traba ao libre comercio internacional (Lewis e Wiser, 2007).

### 3. O desenvolvemento das capacidades industriais e tecnolóxicas nun horizonte ao longo prazo

Neste apartado analízanse os tres principais instrumentos que inflúen na consolidación e resiliencia do sector eólico nun horizonte de medio e longo prazo. Tanto os incentivos ás actividades de I+D como a infraestrutura tecnolóxica representan instrumentos polo lado da oferta, dirixidos á consecución dunha maior competitividade sectorial. Neste sentido, o maior grao de competitividade pódese conseguir mediante unha redución dos custos de produción, o incremento da capacidade de absorción, a adopción de novas técnicas e estándares; ou a través de actividades de I+D e de demostración. En cambio, a compra pública verde (ou *green public procurement*) constitúe un instrumento polo lado da demanda, que ten como obxectivo incentivar a demanda polo sector público de novas técnicas e tecnoloxías non dispoñibles nese momento no mercado. Polo tanto, este instrumento pode fomentar as innovacións incrementais e radicais no sector, pero dende unha perspectiva diferente aos dous anteriores instrumentos.

Estes instrumentos, de oferta e de demanda, xogan un papel destacado no sector eólico mundial, debido á maior presión que realizan os grandes fabricantes de turbinas sobre a industria auxiliar para conseguir reducións de custos e mellores acabados. Asemade, a aparición de novos sectores eólicos emerxentes, cos seus respectivos fabricantes de turbinas, engade presión adicional para innovar e, paralelamente, manter os custos controlados. Polo tanto, para lograr a consolidación e un elevado grao de resiliencia sectorial fronte a procesos de deslocalización, cómpre desenvolver diferentes instrumentos que faciliten a adopción e a xeración de innovacións adaptadas ás particularidades locais.

Os dous principais instrumentos analizados polo lado da oferta correspóndense cos incentivos ás actividades de I+D e a infraestrutura tecnolóxica. O último deles constitúe un instrumento cun carácter máis sistémico, podendo englobar as actividades de I+D. Non obstante, analízanse separadamente as actividades de I+D debido á súa influencia destacada como impulsora de redución de custos na fabricación de turbinas e compoñentes. Finalmente, descríbense as principais dinámicas e efectos na innovación da compra pública verde.

### 3.1. A promoción das actividades de I+D

As políticas de apoio ás actividades de I+D no sector eólico constitúen instrumentos do lado da oferta que apoian a innovación baseada na ciencia; e supoñen uns incentivos á redución de custos e, polo tanto, unha maior eficiencia produtiva. Deste modo, os esforzos en I+D, conxuntamente coa aprendizaxe produtiva, constitúen piares esenciais para lograr unha equiparación, en termos de competitividade a nivel comercial, coas fontes enerxéticas convencionais. As evidencias empíricas subliñan que as políticas públicas de apoio ás actividades de I+D no sector eólico constitúen un instrumento esencial para a redución dos custos ligados ás actividades de innovación no sector e promoven procesos de innovación (Klaassen et al., 2005). Söderholm e Klaassen (2007) conclúen que as actividades de aprendizaxe e apoio público ás actividades de I+D promoveron unha redución de custos e causaron unha maior expansión da enerxía eólica. Deste modo, o apoio a actividades de I+D promove, de forma indirecta, unha maior penetración no mercado a través da redución de custos. Asemade, Ek e Söderholm (2010) comprobaron empiricamente o papel central que xoga o stock de coñecemento baseado nas actividades de I+D para reducir os custos de investimento en parques eólicos. Segundo os mesmos autores, os incentivos públicos e o apoio vía orzamentos neste eido axudan a acrecentar o acervo de coñecemento e, polo tanto, levan a unha redución xeneralizada dos custos.

Xeralmente, os fondos públicos empregados para actividades de I+D en enerxías renovables tenden a estar mellor utilizados, en termos de eficiencia, en tecnoloxías que aínda están lonxe de ser comercialmente maduras. No caso de tecnoloxías comercialmente competitivas, o sector privado podería realizar en maior grao esas actividades debido a unha menor incerteza e custos máis reducidos (Ek e Söderholm, 2010). Diversos autores, institucións e asociacións sectoriais afirman que a enerxía eólica está preto de ser plenamente competitiva (Blanco, 2009; Colmenar-Santos et al., 2015; EWEA, 2009; IDAE, 2011), polo que a importancia deste tipo de instrumentos debería ser menor que nos casos de tecnoloxías nacentes. A mellora na eficiencia na cadea de valor global e o proceso de aprendizaxe acumulada, derivado da súa explotación comercial nas últimas décadas, constitúen as principais razóns (Navigant Research, 2014). En cambio, no eido da enerxía eólica mariña os esforzos en I+D xogan un papel máis central, debido ao seu menor grao de

aprendizaxe produtiva e os retos tecnolóxicos para pechar a brecha de competitividade en relación coas enerxías convencionais (Blanco, 2009). En todo caso, Blanco (2009) afirma que as actividades de I+D (públicas e privadas) no sector eólico poden constituír un instrumento esencial para a redución de custos, especialmente cando os prezos da fibra de carbono, aceiro, ferro e cobre presionan á alza. Tamén indica que a I+D centrada en novos materiais, nos trens de transmisión, pas, actividades de operación e mantemento e no deseño, pode favorecer unha redución de custos. Ademais, o desenvolvemento de redes eléctricas intelixentes (*smart grids*), para xestionar en tempo real grandes cantidades de enerxía procedentes dos parques eólicos, pode facilitar un maior grao de penetración desta fonte de enerxía.

Lewis e Wisser (2007) sinalan que as actividades en I+D na enerxía eólica tenden a ser máis efectivas cando as actuacións están coordinadas entre as empresas e as institucións públicas, como universidades e laboratorios. Asemade, indican a importancia central das actividades de demostración e dos programas de comercialización para poder verificar os novos equipamentos previamente á súa introdución no mercado. En relación ao esforzo en I+D, experiencias como a dinamarquesa, norteamericana e alemá subliñan que a orientación dos fondos (a que tipo de turbinas, empresas ou nichos de mercados se dedican) é máis decisiva para o desenvolvemento sectorial que a propia contía dos fondos.

### **3.2. O desenvolvemento da infraestrutura tecnolóxica**

Tradicionalmente considerouse a infraestrutura tecnolóxica coma un dos principais determinantes para o cambio estrutural. Justman e Teubal (2010, p. 23) definen a infraestrutura tecnolóxica coma o “*conxunto de capacidades industriais relevantes específicas e ofertadas colectivamente, susceptibles de varias aplicacións en dúas ou máis empresas ou organizacións de usuarios*”. A infraestrutura tecnolóxica pode estar incluída en elementos intanxibles como o capital humano, mediante a formación académica e a experiencia; ou en elementos tanxibles, como instalacións industriais ou tecnolóxicas. Deste modo, a principal diferenza da infraestrutura tecnolóxica coa convencional (infraestrutura de transporte, enerxética ou de telecomunicacións) consiste no seu carácter parcialmente intanxible. Dado o seu carácter sistémico, o desenvolvemento da infraestrutura tecnolóxica excede ás políticas de capital

humano ou ás amplas medidas de apoio á ciencia, e o seu desenvolvemento require un esforzo sostido. Asemade, ten un carácter multidisciplinar, posto que abrangue esforzos no eido científico e da enxeñaría.

A presenza dun valor económico indirecto ou precompetitivo provoca que as empresas non conten cos incentivos axeitados para realizar individualmente fortes investimentos iniciais en infraestrutura tecnolóxica (Justman e Teubal, 2010). A principal razón constitúea o retardo temporal que existe entre a realización dos investimentos e os retornos económicos. Esta característica da infraestrutura tecnolóxica entronca coas externalidades de coordinación enunciadas por Hausman e Rodrik (2003) e Rodrik (2004). O desenvolvemento dun sector require elevados investimentos simultáneos que poden exceder o alcance financeiro e competencial dos axentes participantes a título individual. Polo tanto, entra en xogo o papel da política industrial e da coordinación de esforzos entre axentes, co obxectivo de levar a cabo os investimentos iniciais necesarios da fase precompetitiva. Ademais, a este factor súmase a incapacidade financeira e de capital humano para levar a cabo eses investimentos por moitas PEMEs, polo que se require un acción coordinada entre axentes dun mesmo sector.

Dada a indivisibilidade do gasto en investigación requírense fortes investimentos en actividades ligadas á I+D e ás diferentes variedades de innovación. Deste modo, as empresas máis pequenas contan con moitas dificultades, que en moitos casos lles impiden realizalos. Pola súa banda, as grandes multinacionais non son propensas ao elevado grao de dependencia deste tipo de infraestrutura, debido a que contan moitas veces cos recursos internos necesarios. Este fenómeno acontece no sector eólico, tanto en sectores máis consolidados coma o dinamarqués, coma noutros periféricos e/ou en proceso de emerxencia coma o galego. Por exemplo, a industria auxiliar, especialmente os pequenos provedores, requiren a colaboración dos centros tecnolóxicos, un elemento da infraestrutura tecnolóxica, para poder levar a cabo innovacións e manter un nivel mínimo de competitividade.

Justman e Teubal (2010) clasifican a infraestrutura tecnolóxica en dous tipos: básica (ou sectorial) e avanzada (funcional). A primeira delas tende a ofrecer servizos tecnolóxicos a PEMEs de sectores con baixa ou media intensidade tecnolóxica, habitualmente mediante un centro tecnolóxico. As principais actividades desenvolvidas abranguen o deseño de novos produtos, información sobre novas tecnoloxías de produción, actividades de demos-



tración e análise ou provisión de solución a problemas técnicos, ambientais ou ecolóxicos. A infraestrutura tecnolóxica básica realiza, principalmente, un esforzo no eido da enxeñaría co obxectivo de incrementar a capacidade de absorción a nivel sectorial. A infraestrutura avanzada basea o seu papel nas actividades de I+D desenvolvidas para sectores punteiros de elevada intensidade tecnolóxica. Os seus servizos son máis específicos en termos de función (por exemplo, desenvolvendo o grafeno ou os nanotransmisores), que no caso da infraestrutura tecnolóxica básica que intenta desenvolver un sector. Neste sentido, o coñecemento ofrecido pola infraestrutura avanzada, ao contrario da básica, non está dispoñible noutras áreas, por iso a súa alta especialización. A Táboa 2 sintetiza as principais características dos dous tipos de infraestrutura tecnolóxica.

*Táboa 2. Principais características das infraestruturas tecnolóxicas básica e avanzada*

Infraestrutura Tecnolóxica Básica	Infraestrutura Tecnolóxica Avanzada
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destinada a incrementar a capacidade de absorción</li> <li>• Sectores de baixa ou media intensidade tecnolóxica</li> <li>• Servizos tecnolóxicos a través de centro tecnolóxico a PEMEs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación de novo coñecemento para a súa aplicación</li> <li>• Sectores intensivos e punteiros en tecnoloxía</li> <li>• Actividades de I+D</li> </ul>

*Fonte: Elaboración propia a partir de Justman e Teubal (2010)*

O sector da enerxía eólica consolidouse tecnoloxicamente a nivel mundial, especialmente a enerxía eólica terrestre; e representa un sector de intensidade tecnolóxica media. Dada a importancia das cadeas de valor globais sectoriais, amósase a relevancia de fortalecer as capacidades endóxeas da industria auxiliar, co obxectivo de poder competir internacionalmente, evitar procesos de deslocalización e abrir novos nichos de mercado. Deste modo, o principal obxectivo no eido industrial constitúeo o incremento da capacidade de absorción do sector, así como o fomento das innovacións incrementais. O principal papel da infraestrutura básica consiste en actuar como intermediario entre as demandas do tecido produtivo e as fontes de coñecemento e as súas adaptacións aos contextos locais. No caso de que o sector fose completamente novo e punteiro tecnoloxicamente, deberíase facer máis fincapé no desenvolvemento de innovacións radicais baseadas na ciencia.

Unha das tarefas principais da infraestrutura tecnolóxica básica pode constituíla a adopción de certificacións de calidade como as ISO ou OHSAS<sup>14</sup>. Asemade, a implementación do adestramento profesional a nivel empresarial, co obxectivo de mellorar o desempeño interno e a capacidade de elaborar produtos personalizados, pode incrementar a resistencia da industria auxiliar ante procesos de deslocalización e, en definitiva, dificultar o cambio de provedores por parte dos fabricantes de turbinas. Este tipo de programas son esenciais, dado que moitos fabricantes de turbinas están reducindo o número de provedores como unha forma de incrementar a eficiencia na cadea de valor. Esta política denomínase “provedores preferidos” (*preferred suppliers*). Este tipo de programas están sendo implementados no sector eólico do norte de Dinamarca debido ás crecentes presións dos fabricantes de turbinas (Hub North, 2013). Asemade, Polzin et al. (2015) comprobán, mediante unha análise con datos de panel dos países da OCDE, que os estándares e certificacións de calidade na enerxía eólica teñen un impacto positivo e significativo para incentivar o investimento institucional.

No eido da infraestrutura tecnolóxica básica, os centros tecnolóxicos constitúen unha ferramenta da política tecnolóxica e industrial centrada no apoio ás actividades de desenvolvemento tecnolóxico das pequenas e medianas empresas. Estes axentes xeralmente non contan cos recursos internos necesarios para realizalas a título individual (Barge e Modrego, 2007). Aínda que as universidades e os centros tecnolóxicos compartan titularidade pública, especialmente durante as primeiras fases<sup>15</sup> (Justman e Teubal, 2010), o obxectivo central destes últimos non son só as actividades de I+D, senón o desenvolvemento tecnolóxico orientado ao mercado. Os centros tecnolóxicos oriéntanse fundamentalmente á investigación, pero tamén á transferencia tecnolóxica. Deste modo, este tipo de infraestrutura tecnolóxica básica non só se centra na oferta, senón tamén na adopción de novas técnicas, procesos e métodos tecnolóxicos e produtivos (Barge e Modrego, 2007). Asemade, dende unha perspectiva evolucionista a interacción entre o centro tecnolóxico e os seus potenciais usuarios, a prestación de servizos de

---

14 As normas ISO constitúen criterios voluntarios de homologación dos procesos de fabricación de produtos e de seguridade en empresas e organizacións. Neste sentido, as OHSAS representan un conxunto de especificacións que teñen como obxectivo promover a saúde e a seguridade no traballo.

15 Segundo Justman e Teubal (2010) unha posible mostra do éxito dos centros tecnolóxicos consiste na transferencia da titularidade do centro por parte do sector público a asociacións industriais ou sectoriais. Deste modo, se as actividades desenvoltas polo centro tecnolóxico son de moita utilidade para o sector privado, este estaría disposto a facerse cargo dos gastos do centro no caso de que o sector público quixera reorientar as súas políticas cara outro sector.

consultaría ou a xeración de spin-offs constitúen tarefas esenciais (Justman e Teubal, 2010).

Dende esta óptica, o Centro Nacional de Enerxías Renovables (CENER) comezou a súa actividade en Navarra no ano 2002, co obxectivo de fomentar e desenvolver as enerxías renovables, entre as que se encontra a enerxía eólica. Na actualidade, tamén conta con oficinas en Sevilla e Madrid. Neste sentido, forman parte do seu padroado o Centro de Investigacións Enerxéticas, Medioambientais e Tecnolóxicas (CIEMAT), o Ministerio de Economía e Competitividade, o Ministerio de Industria, Enerxía e Turismo e o Goberno de Navarra. O CENER presta servizos de consultaría (investigación de recursos existentes, estudos de viabilidade económica ou avaliación do risco tecnolóxico), actividades de demostración (ensaio de compoñentes e equipos) e proxectos de I+D (ferramentas de simulación ou tecnoloxías de xeración eléctrica).

Este centro tecnolóxico, único en España para o fomento integral das enerxías renovables, non conta con instalacións en Galicia; a pesar de constituírse coma unha das principais Comunidades Autónomas en termos de potencia instalada acumulada eólica (3.314 MW fronte a 1.004 MW en Navarra, a finais de 2013). Isto representa unha eiva significativa debido á inexistencia dun axente que coordine a nivel rexional aos diferentes axentes, máis alá do representativo papel desempeñado pola Asociación Eólica de Galicia (EGA). Un centro tecnolóxico no sector eólico pode xogar o papel de catalizador para mellorar o desempeño da industria auxiliar, mediante a adopción de estándares, provisión de servizos intensivos en coñecemento, realización de tarefas de investigación e identificación de novos usos e nichos de mercado. Deste modo, facilítase a resiliencia do sector ante a crecente competencia, tanto a nivel rexional como mundial, así como unha oportunidade para a diversificación produtiva. Aínda que o sistema universitario galego realiza tarefas de investigación en diferentes eidos ligados coa enerxía eólica terrestre e mariña, as súas actividades posúen unha perspectiva diferente. Habitualmente céntranse máis na investigación básica e aplicada e non tanto en actividades con orientación puramente de mercado.

### 3.3. A compra pública verde

O sector público pode estimular a expansión de novas tecnoloxías, entre elas as renovables, actuando como demandante; actuación que se considera unha política de innovación e industrial (Rolfstam, 2013; Edquist, 2010; Georghiou et al., 2014). En primeiro lugar, as institucións públicas teñen a opción de demandar tecnoloxías renovables xa existentes no mercado (*implementing technology*) (Edquist, 2010). Pódese levar a cabo de forma directa, mediante compras públicas, por exemplo, cando o sector público modifica as caldeiras de calefacción de diésel por placas solares ou aeroxeradores; ou de forma indirecta, estimulando ao sector privado mediante normativas, subsidios ou impostos, co obxectivo de que adopten unha fonte de enerxía ou outra. Neste sentido, os sistemas de primas constitúen unha opción específica de intervención polo lado da demanda, para fomentar a expansión das fontes renovables. En segundo lugar, as autoridades públicas poden demandar tecnoloxías aínda non existentes no mercado (*commanding technology*) para satisfacer unha necesidade social xenuína, o que se denomina, en terminoloxía anglosaxona, *public technology procurement* (Edquist, 2010) ou *public procurement for innovation* (Edquist e Zabala-Iturriagoitia, 2012; Rolfstam, 2013; Georghiou et al., 2014; Edquist et al., 2015). Dende finais da década dos noventa, cambiouse o termo tecnoloxía polo termo máis amplo de innovación. A finalidade deste instrumento polo lado da demanda consiste en fomentar a innovación, sen limitarse só á innovación de base tecnolóxica. Ademais, o obxectivo final non é o propio desenvolvemento dun novo produto, senón satisfacer necesidades humanas ou problemas sociais (Edquist e Zabala-Iturriagoitia, 2012). A compra pública para a innovación pode permitir ampliar as diferentes pautas tecnolóxicas dispoñibles, reducir o tempo que transcorrería ata a súa emerxencia sen esa actuación e, facilitar compartir os riscos asociados coa experimentación desa nova tecnoloxía. Asemade, este instrumento pode ter implicacións na política industrial, posto que incrementaría a competitividade do tecido empresarial, creando novas actividades económicas, incrementando o investimento en I+D e aumentando a demanda de persoal altamente cualificado (Edquist, 2010).

Cando a demanda pública de bens e servizos acontece no eido da sustentabilidade ambiental e social, adóitase falar do termo compra pública verde, sustentable e social (*green, sustainable or social public procurement*)

(McCrudden, 2004; Ho, Dickinson e Chan, 2010; Kuipers e Steijn, 2014). Este instrumento funciona de forma análoga ao xenérico, posto que as autoridades poden demandar produtos ou servizos sustentables existentes no mercado; ou ben, estimular a innovación e as capacidades empresariais do sector privado mediante a demanda de novas tecnoloxías. Aínda que este instrumento se centrou na sustentabilidade no sentido máis amplo, como transporte público e métodos de construción sustentables ou estándares ambientais (Ho, Dickinson, e Chan, 2010; Annunziata et al., 2014; Walker e Brammer, 2009), a enerxía eólica pode beneficiarse indirectamente da súa implementación. Dada a súa característica de enerxía renovable e continua, a súa achega á redución de gases contaminantes e o seu impacto na creación de emprego xeograficamente descentralizado (Burguillo e Del Río, 2008), constitúe un instrumento esencial para a sustentabilidade dende unha tripla perspectiva (económica, social e medio ambiental).

Este instrumento está logrando progresivamente un oco nas axendas políticas, en particular nas europeas, como un instrumento para o cambio do modelo de desenvolvemento e para axudar á súa propia expansión (Nash, 2009). Un dos programas máis recentes e de éxito baseados na compra pública verde é o programa *Dogma*, liderado pola cidade de Copenhague (Cooke, 2014). Ese programa promove, entre outras medidas, unha transición cara á alimentación orgánica e ecolóxica en escolas e hospitais, así como o fomento dunha mobilidade máis sustentable apostando por vehículos alimentados con enerxías renovables no transporte público. Asemade, China está desenvolvendo, a través deste instrumento, o sector de vehículos eléctricos e híbridos (*new energy vehicles*, NEVs), considerado coma estratéxico polas autoridades asiáticas (Li, Georghiou e Rigby, 2015). Neste caso, amósase claramente a confluencia dun instrumento para fomentar a innovación nun sector con elevado potencial futuro con obxectivos de sustentabilidade ambiental.

Parte III. A evolución  
sectorial dende unha  
perspectiva internacional



## **1. As experiencias no eido internacional no fomento do sector eólico. Mercados consolidados e emerxentes**

Os principais trazos e tendencias de evolución, así como as políticas implementadas nos diferentes sectores eólicos poden diverxer, debido aos seus distintos puntos de partida ou como efecto das políticas implementadas. A comparativa internacional de diferentes modelos sectoriais facilita o coñecemento das diferentes sendas de desenvolvemento; e constitúe unha fonte de información valiosa para o deseño e implementación de políticas en contextos semellantes, contribuindo a aumentar a súa efectividade.

Neste apartado analízanse diversos casos, tanto consolidados como emerxentes. Os sectores eólicos de Dinamarca e de Reino Unido lograron un éxito significativo en termos de potencia instalada e de desenvolvemento industrial, se ben seguiron diversos patróns. Asemade, analízanse dous mercados emerxentes, como o chinés e o indio, que presentan un forte dinamismo e un desenvolvemento que difire substancialmente do acontecido nos mercados consolidados europeos. A información cualitativa presentada ten como fonte a base de datos *IEA/IRENA Joint Policies and Measures Database*, que elaboran conxuntamente Axencia Internacional da Enerxía (IEA, nas súas siglas inglesas) e a Axencia Internacional das Enerxías Renovables (IRENA, nas súas siglas inglesas). Esa base de datos dispón de información sobre políticas dende o ano 1997. Neste apartado estúdanse as políticas e medidas establecidas ata maio do ano 2016. A análise dos instrumentos implementados en cada estudo de caso realízase seguindo a clasificación desenvolvida no apartado 5. Asemade, o valor das primas e investimentos, expresado inicialmente nas moedas nacionais correspondentes, fixouse partindo dos datos do Banco Mundial sobre os tipos de cambio medios anuais, calculados á súa vez a través das cotizacións medias mensuais das diferentes divisas. Neste sentido, escolléronse as cotizacións do ano no cal entrou en vigor a normativa correspondente.



## 1.1. Os modelos de desenvolvemento da enerxía eólica consolidados

### 1.1.1. O liderado pioneiro de Dinamarca

O sector eólico dinamarqués ten as súas raíces a finais do século XIX, cando o físico e meteorólogo Poul La Cour desenvolveu un modelo de turbina eólica destinada á produción de electricidade nas comunidades locais (Meyer, 2004; Christensen, 2010). Deste modo, comezou timidamente a utilización deste recurso renovable nesa sociedade con fins comerciais, contando co apoio financeiro das autoridades públicas para as actividades de operación e experimentación (Christensen, 2010). Os recursos e as aplicacións de mercado eran, principalmente, de índole local. Estes inicios dende abaixo, baseados na experimentación con coñecemento local e a interacción entre pioneiros do mesmo eido xeográfico, é o que Garud e Karnøe (2003) denominan estratexia de bricolaxe. Esta dependencia da senda baseada nun modelo a longo prazo de tipo *bottom-up* definiu o desenvolvemento do sector eólico dinamarqués ata a actualidade (Christensen, 2010; Simmie, 2012). Os axentes presentes neste sector nacente foron experimentando, seguindo este modelo de bricolaxe, logrando innovacións incrementais sobre a tecnoloxía existente e consolidando unha senda a longo prazo caracterizada por adaptacións menores (Simmie, 2012).

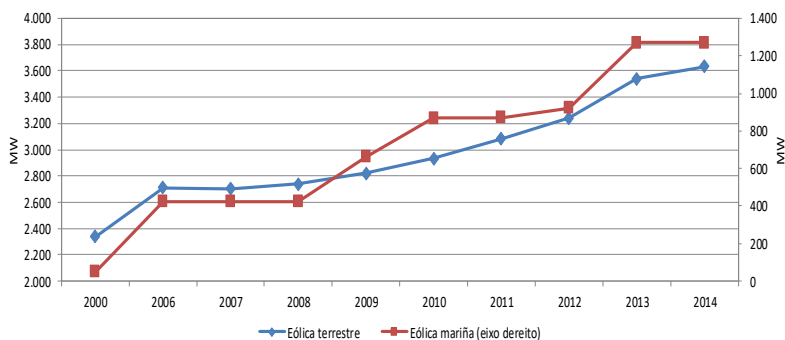
A pesar dese desenvolvemento eólico incipiente, o sector enerxético dinamarqués baseábase, case en exclusiva, en fontes de enerxía non renovables cun papel predominante do carbón. Porén, esta situación mudou substancialmente a partir das crises do petróleo da década dos anos setenta, posto que as economías occidentais tiveron que enfrontarse a unha sucesión de repentinos incrementos do prezo do cru e dos seus derivados. Neste sentido, o goberno dinamarqués aprobou en 1973 as novas directrices enerxéticas, nas que a enerxía eólica xogaba un papel central para o cambio de modelo enerxético (Saidur et al., 2010; Lema et al., 2014). Unha motivación crucial para o fomento inicial do sector eólico polas autoridades públicas constituíu o desenvolvemento dun novo sector innovador e a creación de emprego de calidade ben remunerado (Lema et al., 2014).

Debe destacarse que o deseño e implementación das políticas enerxéticas se baseou dende un principio no consenso político e na aprendizaxe institucional (Gregersen e Johnson, 2008), apoiados nun movemento de base de emprendedores e cooperativistas. Desta forma, establécense distintas me-

didadas de apoio, entre as que destacan o autoconsumo dende 1979, a conexión obrigatoria á rede de instalacións descentralizadas de xeración ou a participación das comunidades locais nos parques eólicos (Saidur et al., 2010). Os principais factores que explican o éxito do modelo dinamarqués foron o mantemento a longo prazo das liñas mestras da política enerxética, industrial e tecnolóxica ligadas coa enerxía eólica; así como o consenso entre os principais axentes sobre cara onde debe dirixirse o sector (Christensen, 2010).

A Figura 6 amosa a evolución da potencia eólica terrestre e mariña acumulada en Dinamarca no período 2000-2014. Dinamarca contaba a finais de 2014 con 4.905 MW de potencia eólica instalada, dos cales 3.634 (74% do total) están situados en terra, e 1.271 (26%) no mar. Neste sentido, o crecemento da potencia eólica mariña acumulada foi máis elevado que o da terrestre dende o ano 2000. Así, a taxa media anual acumulada para a enerxía eólica mariña ascendeu ao 24,1% no período analizado; mentres que acadou un crecemento do 3% na enerxía eólica terrestre. Deste xeito, Dinamarca sitúase coma o segundo país en termos de potencia eólica mariña, xusto por detrás de Reino Unido.

Figura 6. Evolución da potencia acumulada terrestre e mariña en Dinamarca (2000-2014)



Fonte: Elaboración propia a partir de IRENA (2015)

Na Táboa 3 sinálanse as principais políticas e instrumentos implementados no eido eólico en Dinamarca dende 1997 ata 2014. A maioría das políticas que regulan o sector eólico son competencia da administración central de Dinamarca; pero dende a reforma das administracións locais en 2007, a selección dos lugares apropiados para os parques eólicos corresponde ás 98 entidades locais (Sperling, Hvelplund e Mathiesen, 2010). Deste modo,

a análise conxunta das políticas implementadas e da evolución da potencia instalada permite estudar a influencia da primeira variable sobre a segunda. Comezar a análise en 1997 permite examinar as principais tendencias lexislativas, así como a súa evolución a longo prazo, facilitando a identificación das liñas mestras en materia de política enerxética, industrial e tecnolóxica.

En relación aos instrumentos polo lado da demanda, as autoridades dinamarquesas foron establecendo progresivamente obxectivos ambiciosos no eido da sustentabilidade ambiental, en particular no aforro enerxético, redución de emisións e na diversificación de fontes, así como no fomento da difusión das enerxías renovables. Como se pode apreciar na Táboa 3, o Acordo Enerxético Nacional 2012-2020, que está vixente dende o ano 2012, incrementa os obxectivos medio ambientais e de difusión das enerxías renovables do Acordo Enerxético Nacional 2008-2011. Neste sentido, as directrices vixentes dende 2012 estipulan que a metade do consumo de electricidade en 2020 proveña da enerxía eólica, facilitando que o 35% do consumo bruto de enerxía teña orixe renovable. En relación co aforro enerxético, fíxase como meta para 2020, unha redución do 12% no consumo enerxético e do 8% no consumo eléctrico en comparación cos niveis do ano 2006. Dinamarca posúe unha traxectoria consolidada no aforro e eficiencia enerxética, posto que dende as crises do petróleo da década dos setenta, as autoridades implementaron plans enerxéticos co obxectivo, non só de reducir o consumo de enerxía por unidade de produto, senón tamén de reducir o consumo de enerxía total. Asemade, estes acordos vixentes sinalan como obxectivo a redución dun 34% das emisións de CO<sub>2</sub> en 2020 con respecto aos volumes de 1990.

O Acordo Enerxético Nacional 2012-2020 tamén cuantifica o crecemento da potencia eólica terrestre e mariña nese horizonte temporal. Deste modo, estipúlanse 1.500 novos MW mariños e 1.800 MW terrestres, o que suporía incrementar a potencia instalada existente nun 79,3% en 2020 con respecto á existente en 2012 (4.163 MW). No eido da enerxía eólica mariña estanse a proxectar e instalar 350 MW distribuídos en seis grandes áreas de desenvolvemento dentro do programa *Nearshore*. Na adxudicación destas áreas de desenvolvemento, competencia da Axencia Danesa da Enerxía, o único criterio foi o prezo do kWh ao que se comprometen a subministrar a electricidade os promotores. Neste sentido, comprométense a subministrar electricidade á rede a un prezo medio de 0,094 €/kWh. No caso de que o prezo da electricidade no mercado diario sexa superior ao prezo derivado

dos concursos, os promotores recibirían un suplemento. Porén, non recibirían compensación en horas con prezos de mercado nulos. Ademais, facilítase a propiedade compartida destes parques eólicos mariños polos axentes locais próximos ás instalacións. A Axencia Danesa da Enerxía non incorpora criterios adicionais ao prezo da electricidade, coma a promoción da industria nacional de fabricantes de compoñentes. Iso débese a que Dinamarca xa conta cun tecido produtivo líder a nivel mundial e non require protección fronte á potencial competencia. En relación ao desenvolvemento de nova tecnoloxía, as autoridades competentes están desenvolvendo un concurso de enerxía eólica mariña de 50 MW, para testar nova tecnoloxía neste eido cun forte potencial comercial, que debería estar finalizado cara ao ano 2022.

Unha das principais características do sector eólico dinamarqués constitúea a socialización dos beneficios da explotación do recurso eólico, mediante a participación dos axentes locais no desenvolvemento sectorial. Co obxectivo de favorecer dita socialización dos beneficios, implementáronse en 1997 diversos instrumentos polo lado da demanda, como son as deducións impositivas para cooperativas eólicas para reducir as cargas impositivas aos individuos que participaban en proxectos eólicos baixo a figura de cooperativas (chamadas *Bürgerwind*). Non obstante, a meirande parte da potencia instalada durante a década dos 2000 realizárona empresas eléctricas e promotores a título individual. Isto explícase polos crecentes investimentos requiridos cos novos aerogeradores de maior potencia, a redución dos incentivos económicos e a eliminación do requisito de ter a residencia preto dos parques eólicos para ser copropietario (Sperling, Hvelplund e Mathiesen, 2010). Para corrixir esta tendencia, a Lei de Enerxías Renovables, promulgada en 2009, favorece a participación das comunidades locais no accionariado dos parques eólicos e regula os incentivos para axudar ás comunidades locais nos estudos previos de viabilidade das instalacións, como poden ser as investigacións dos fluxos de ventos, estudos topográficos, medio ambientais ou financeiros.

Co obxectivo de compensar ás comunidades locais pola perda de valor real dos terreos cando se instalan aerogeradores, e favorecer a aceptación social; estipúlase a obriga de ofrecer, como mínimo, o 20% das accións dos parques eólicos aos habitantes que residan a 4,5 quilómetros ou menos das instalacións; ou no caso de que non exista demanda suficiente, a residentes da mesma municipalidade. Ademais, estipúlanse medidas de apoio para acadar aceptación social (*green scheme*) financiadas polo goberno central e levadas á práctica polas mu-

nicipalidades, nas cales se fomentan actividades recreacionais ou de apoio ao uso das enerxías renovables no eido local. Asemade, as administracións locais poden ser propietarias directas de parques eólicos terrestres e mariños, para o que poden percibir financiamento preferencial da corporación financeira pública denominada *KommuneKredit* (Sperling, Hvelplund e Mathiesen, 2010). En definitiva, este tipo de medidas oriéntanse a lograr unha maior aceptación social, posto que se constatou que facilitar a participación dos axentes locais no accionariado dos parques eólicos constitúe un bo instrumento para reducir a oposición local aos plans de desenvolvemento (Warren e McFadyen, 2010).

En relación cos instrumentos do réxime retributivo, unha actuación polo lado da demanda, Dinamarca posuía nos anos noventa un modelo de primas dependentes do prezo da electricidade no mercado eléctrico (Couture e Gagnon, 2010). Esta prima consistía nunha porcentaxe fixa do prezo da electricidade no mercado. Neste sentido, Meyer (2004) afirma que o considerable crecemento da potencia instalada nos anos noventa foi debido a ese modelo de primas. Non obstante, este modelo retributivo foi abandonado a partir do ano 2000, debido a un proceso de crecente liberalización do sector eléctrico europeo e, ás expectativas do goberno dunha adopción xeral do modelo de certificados verdes negociables. Estes cambios provocaron un considerable grao de incerteza entre os investidores e, polo tanto, un estancamento da nova potencia instalada, tanto terrestre como mariña, ata mediados desa década (Meyer, 2004; Saidur et al., 2010).

Dende o ano 2009 está vixente un sistema de primas dependentes do prezo do mercado (*premium feed-in tariffs*). Neste sentido, a enerxía eólica terrestre conectada á rede recibiría unha prima de 0,034 €/kWh para a electricidade producida nas primeiras 22.000 horas a pleno rendemento. Asemade, recíbese unha prima estimada en 0,003 €/kWh por custos de compensación eléctricos. No caso de que os aerogeradores sexan instalados por compañías eléctricas, a remuneración económica total (prezo de mercado máis prima) non pode superar os 0,044 €/kWh e está limitado aos dez primeiros anos. Pola súa banda, a enerxía eólica mariña instalada seguindo concursos públicos é obxecto dun réxime retributivo diferenciado, pero seguindo o mesmo patrón que na terrestre. Deste modo, a remuneración económica total non podería exceder os 0,012 €/kWh. En comparación cos incentivos do réxime retributivo existentes entre 2002 e 2008, a remuneración por kWh duplicouse dende 2009 (Sperling, Hvelplund e Mathiesen, 2010).

Táboa 3. Principais políticas implementadas no sector eólico en Dinamarca

Título	Ano	Estado	Tipo de política	Principais características
Acordo Enerxético Nacional 2012-2020	2012	Vixente	Incentivos financeiros e fiscais	A enerxía eólica representará en 2020 o 50% do consumo eléctrico 1500 MW eólica mariña e 180 MW terrestre Redución dun 8% do consumo final de electricidade
Lei de Enerxías Renovables	2009	Vixente	Incentivos fiscais, financeiros e do réxime retributivo	Promove a enerxía eólica terrestre en base a catro eixos: Permite compensar a perda de valor dos terreos afectados Participación dos axentes locais no accionariado Fomento da aceptación social Apoio financeiro ás actividades de investigación previas por asociacións locais de propietarios
Sistema de primas dependentes do prezo de mercado	2009	Vixente	Instrumentos do réxime retributivo	Sistema de primas para a enerxía eólica terrestre e mariña Réxime retributivo especial para a enerxía minieólica de autoconsumo
Acordo Enerxético Nacional 2008-2011	2008	Substituída	Política tecnolóxica Incentivos fiscais Instrumentos do réxime retributivo	Redución da dependencia dos combustibles fósiles Redución do consumo total de enerxía para 2012 Instalación de 400 MW eólica mariña e 150 MW terrestres para 2012 Compensacións para axentes afectados por parques eólicos terrestres
Esquema de substitución de turbinas terrestres	2004 (emendada en 2009)	Vixente	Incentivos fiscais, financeiros e do réxime retributivo	Apoio financeiro para substituír aeroxeradores por outros máis eficientes O apoio financeiro impleméntase coma un suplemento ao prezo
Esquema de substitución de turbinas	2001	Finalizada	Incentivos fiscais, financeiros e do réxime retributivo	Apoio financeiro para substituír aeroxeradores por máquinas máis eficientes O apoio financeiro constitúe un suplemento ao prezo. Limitase a prima aos dez primeiros anos de operación
Subvencións para turbinas	1999	Finalizada	Incentivos fiscais e financeiros	Subsidios dependentes do momento da conexión á rede. O subsidio máis o prezo de mercado aseguran unha tarifa aos produtores Os parques eólicos financiados por empresas eléctricas ou suxeitos a concurso subsidiáanse seguindo diferentes regras
Acordo sobre enerxía eólica mariña	1998	Finalizada	Planificación sectorial	Acordo entre goberno e as dúas principais eléctricas do país para instalar 750 MW para 2008
Deducións impositivas para cooperativas eólicas	1997	Finalizada	Incentivos fiscais e financeiros	As cooperativas eólicas poden acollerse ao modelo impositivo normal ou simplificado Importantes rebaixas impositivas para os cooperativistas

Fonte: Elaboración propia a partir IEA/IRENA Joint Policies and Measures Database (2016)

Outra característica salientable do réxime retributivo constitúena os incentivos á produción de electricidade con enerxía minieólica para auto-consumo, na que unha parte é vertida á rede. Cando a potencia unitaria desta tipoloxía de turbinas non excede os 25 kW, os propietarios recibirían un incentivo total máximo de 0,081 €/kWh.

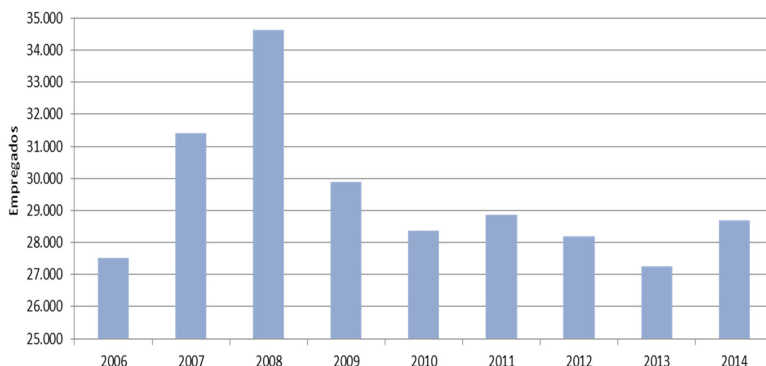
A repotenciación e a mellora dos emprazamentos para os aeroxeradores tamén constitúe un pilar fundamental na axenda da política sectorial dinamarquesa. Neste sentido, as autoridades dinamarquesas lexislaron no ano 2001 a través de incentivos económicos instrumentalizados mediante unha prima de 0,023 €/kWh para as primeiras 12.000 horas equivalentes a pleno rendemento. As novas turbinas obxecto da prima deberon conectarse á rede entre abril do 2001 e xaneiro de 2014. Posteriormente a esta data, aprobáronse dous plans de repotenciación en 2004 e en 2009, seguindo un esquema semellante ao anterior. Nestes plans, ademais de substituír os vellos aeroxeradores por outros máis eficientes, preténdese mellorar a localización destas máquinas para que aproveiten optimamente os fluxos de vento. Energinet, o operador do sistema eléctrico, fixouse como obxectivo substituír 175 MW, para o cal se estipula unha prima de 0,016 €/kWh, sen exceder a totalidade da remuneración (prezo do mercado máis prima) os 0,051 €/kWh.

No eido dos instrumentos polo lado da oferta, a maiores destas causas que explican o estancamento do mercado nacional, o novo goberno liberal-conservador electo en 2001 reduciu o apoio público ao desenvolvemento tecnolóxico; e tamén cancelou a obriga por parte das grandes eléctricas de instalar 500 MW mariños (Lema et al., 2014). Asemade, reduciuse o apoio do sector público ás actividades de I+D e de demostración a partir de 2001, coa intención de que o sector dependera máis de incentivos do mercado (Meyer, 2004; Lema et al., 2014). Neste período, a política governamental deixou de cingirse ao eido puramente enerxético para acadar un alcance máis global, proponendo obxectivos en materia industrial (Lema et al., 2014).

En relación co impacto económico do sector eólico en Dinamarca, a patronal industrial deste país, a *Danish Wind Industry Association* (DWIA), estimou o emprego creado polo sector industrial eólico. A Figura 7 mostra a evolución desta variable no período 2006-2014. Neste sentido, o emprego vinculado coas actividades industriais do sector eólico dinamarqués acadou no ano 2008 o valor máis elevado ao chegar a máis de 34.600 empregos. Porén, a partir desta data houbo un descenso progresivo do emprego ata

acadar o mínimo do ano 2013, con algo máis de 27.200 traballadores. A propia patronal estimou que o emprego total (incluíndo o emprego das empresas enerxéticas e promotoras de parques) acadaría aproximadamente 30.100 traballadores a tempo completo en 2014. Neste mesmo ano, o emprego industrial asociado estimaríase en 28.676 empregados.

Figura 7 Empregados a tempo completo na industria eólica dinamarquesa (2006-2014)



Fonte: DWIA (2015)

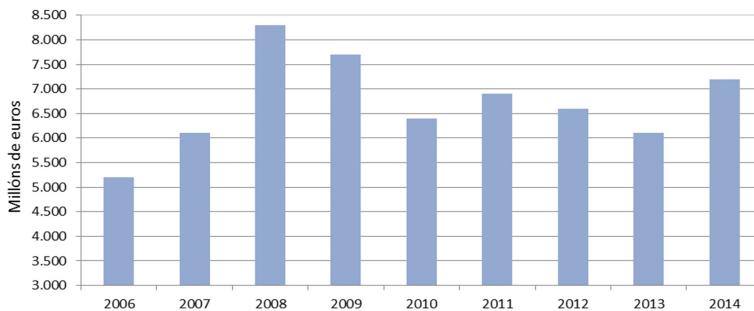
A evolución das exportacións da industria eólica dinamarquesa explica en gran medida as anteriores fluctuacións da cifra de emprego, dado o seu volume e a vocación exterior do sector eólico dinamarqués (Megavind, 2013). As exportacións foron favorecidas dende o sector público mediante a asistencia crediticia á exportación, co obxectivo de internacionalizar o sector e compensar o reducido tamaño do mercado nacional<sup>16</sup> (Lewis e Wisser, 2007; Campos e Klagge, 2013; Lema et al., 2014). De feito, as exportacións deste sector supoñían máis do 70% das exportacións de tecnoloxía enerxética cara ao ano 2010 (DWIA, 2010). Neste sentido, a Figura 8 describe a evolución das exportacións industriais eólicas no período 2006-2014. O volume de exportación desta rúbrica ascendeu a 7.700 millóns de euros no ano 2008, acadando o seu valor máximo. Pola súa contra, os valores mínimos correspóndense cos anos 2006 e 2013, cando os fluxos tan só acadaron 5.200 e 6.100 millóns, respectivamente. Pódese apreciar que os valores máximos e mínimos nas exportacións coinciden temporalmente cos acadados nas cifras de

16 A asistencia crediticia á exportación en Dinamarca desenvolveuse no marco do sistema de cooperación ao desenvolvemento a través do programa Danida de desenvolvemento do sector privado. Desta forma, Danida ofrece subvencións e créditos preferenciais no país de destino, polo uso de aerogeradores e compoñentes fabricados en Dinamarca (Lema et al., 2014).



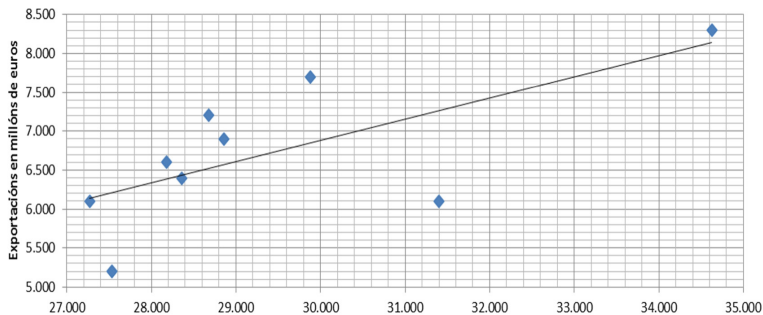
emprego. Como se pode comprobar na Figura 9, existe unha alta correlación entre as dúas variables. O índice de correlación de Pearson acada o valor de 0,68, mostrando que ámbalas dúas variables seguen unha mesma senda. O sector eólico dinamarqués constitúe un centro de actividade, tanto a nivel europeo coma mundial. A combinación dun mercado nacional de tamaño relativamente pequeno e a súa vocación cara os mercados exteriores, causa que o nivel de actividade sexa sensible ás oscilacións das súas exportacións.

Figura 8.. Exportacións da industria eólica dinamarquesa en millóns de euros (2006-2014)



Fonte: DWIA (2015)

Figura 9. Correlación entre exportacións e emprego no sector industrial eólico dinamarqués



Fonte: Elaboración propia a partir de DWIA (2015)

Ademais dun marco institucional favorable para o desenvolvemento integral do sector eólico, Dinamarca conta cunha serie de fortalezas relacionadas coa súa cadea de valor, o capital humano ou a infraestrutura tecnolóxica, entre outras. Deste modo, Dinamarca conta cunha cadea de valor completa da enerxía eólica terrestre e mariña ao longo da península de Xutlandia, con presenza de grandes líderes mundiais na fabricación de com-

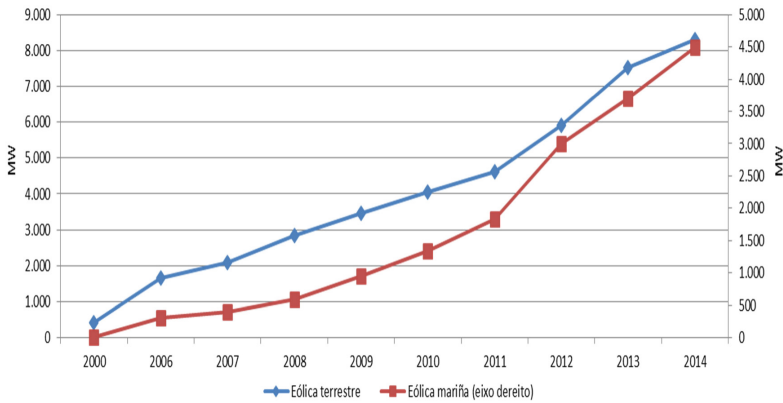
poñentes, coma Vestas ou Siemens Wind Power, e centros de investigación públicos e privados punteiros a nivel mundial (Megavind, 2013; Lema, et al., 2014). Dinamarca foi pioneira no establecemento de estándares industriais que, ademais de elevar a calidade, actúan como instrumentos proteccionistas fronte a competidores estranxeiros (Lema et al., 2014). As universidades de Aalborg, Aarhus ou a Politécnica de Dinamarca traballan en proxectos de investigación básica e aplicada conxuntamente con empresas e centros tecnolóxicos, entre os que destaca o de Risø. Asemade, o forte posicionamento na cadea de valor global e en nichos de mercado emerxentes como a enerxía eólica mariña, confírelle ao sector eólico dinamarqués un gran potencial de crecemento (Megavind, 2013). Entre as debilidades cómpre mencionar a carencia de certos perfís profesionais como enxeñeiros; ou a posible redución da aceptación social da enerxía eólica terrestre, debido ao incremento do tamaño das turbinas (Sperling, Hvelplund e Mathiesen, 2010; Megavind, 2013). Ademais, no horizonte xorden unha serie de ameazas concernentes aos mercados emerxentes en Asia e, en menor medida, no continente americano. A aparición de axentes que fabrican modelos de turbinas eólicas a baixo custo e a proliferación de políticas de contido local nun contexto de crise económica, poden constituír barreiras significativas ás exportacións dinamarquesas. Alén da competencia vía prezos e das barreiras non arancelarias, os mercados emerxentes son escenario de desenvolvementos tecnolóxicos que poden ser orixe de vantaxes competitivas para os axentes presentes neses mercados (Megavind, 2013).

### **1.1.2. O desenvolvemento tardío do Reino Unido e o auxe da enerxía eólica mariña**

O sector eólico británico constitúe o principal mercado da enerxía eólica mariña a nivel mundial, superando en potencia instalada a Dinamarca, país pioneiro neste eido (GWEC, 2014; IRENA, 2015). A Figura 10 amosa a evolución da potencia eólica terrestre e mariña acumulada no Reino Unido no período 2000-2014. A potencia eólica ascendeu a un total 12.808 MW en 2014, dos cales 8.306 (64,9% do total) corresponden aos instalados en terra e 4.502 (35,1%) á enerxía eólica mariña. A pesar da preponderancia da enerxía eólica terrestre, o avance da enerxía eólica mariña é salientable, posto que progresou a unha taxa anual constante do 59,7% no período 2000-2014. Pola

súa banda, a enerxía eólica terrestre presenta, no mesmo período, unha taxa de variación anual acumulada do 21,8%.

Figura 10. Evolución da potencia eólica acumulada terrestre e mariña en Reino Unido (MW, 2000-2014)



Fonte: Elaboración propia a partir de IRENA (2015)

Unha das claves da evolución máis favorable da enerxía eólica mariña no Reino Unido en comparación coa terrestre é a aceptación social. Jay (2011) sinala que a enerxía eólica terrestre sufriu recorrentemente a oposición das comunidades locais, debido aos efectos negativos visuais, sonoros ou de perda de valor dos terreos, entre outros<sup>17</sup>. Esta forte oposición social á expansión da enerxía eólica terrestre debilitou o seu apoio político e empresarial, trasladando o impulso a esta fonte renovable cara ao mercado offshore, posto que no mar non existían os inconvenientes sociais presentes en terra. Deste modo, como sinalan Wüstenhagen, Wolsink e Bürer (2007), as enerxías renovables non só requiren apoio económico, senón tamén simultaneamente aceptación social a nivel local e a escala nacional, que denominan aceptación comunitaria e sociopolítica, respectivamente.

17 A literatura existente sobre a aceptación social de proxectos eólicos sinala que, ás veces, a oposición a estes proxectos explícase polas actitudes tipo NIMBY (*Not in my backyard*; en terminoloxía anglosaxona). Segundo este fenómeno, os axentes locais están, a nivel global, a favor da enerxía eólica e poden identificar claramente os beneficios para a sociedade da súa expansión. Porén, poucos individuos están dispostos a asumir que os parques eólicos se localicen moi preto dos seus fogares, posto que temen sufrir os hipotéticos efectos nocivos das instalacións (Swofford e Slattery, 2010). Neste sentido, temen o resultado da privatización dos efectos negativos e, paralelamente, a socialización dos beneficios entre todos os axentes da sociedade. Deste modo, os beneficios poden quedar moi difuminados ante a concentración das perdas.

A Táboa 4 amosa as principais políticas e regulacións implementadas no Reino Unido no eido do sector eólico no período 2002-2014. Un dos principais eixes das políticas sectoriais británicas constitúeo o impulso á enerxía eólica mariña, mediante instrumentos do réxime retributivo, política tecnolóxica e apoio ás actividades de I+D, ou a través de subvencións ou préstamos, entre outros. Deste modo, pódese apreciar que as autoridades do Reino Unido implementan unha combinación de instrumentos tanto polo lado da demanda como da oferta. Este feito demóstrase na evolución moi favorable da potencia instalada acumulada mariña. Neste sentido, gran parte dos obxectivos británicos de redución de emisións contaminantes e de efecto invernadoiro, metas de aforro e mellora da eficiencia enerxética ou de diversificación das fontes de subministro, céntranse no desenvolvemento da enerxía eólica mariña. Ademais, a enerxía eólica mariña foi obxecto de plans de fomento específicos coma o esquema de subvencións ao capital para parques mariños no ano 2002, que concedeu un total de 186 millóns de euros a parques mariños, ou a Lei da Enerxía de 2004, que facilitou o desenvolvemento da enerxía eólica mariña nas augas adxacentes ás territoriais. Os programas dos Institutos Tecnolóxicos da Enerxía teñen como obxectivo facilitar a colaboración público-privada na investigación desta fonte enerxética. Asemade, a Estratexia Industrial Baixa en Carbono establece a enerxía eólica mariña como unha tecnoloxía clave para lograr a transición cara unha sociedade baixa en carbono e concedeu 134,5 millóns de euros para fomentar o seu desenvolvemento tecnolóxico.

O pilar fundamental na promoción da enerxía eólica no Reino Unido constitúeno os certificados de utilización de enerxía renovable (*renewable obligations*, RO), que seguen o modelo dos certificados verdes negociables. Os certificados de utilización de enerxía renovable establecen a obriga aos provedores de electricidade de que unha porcentaxe determinada da enerxía que subministran proveña de fontes renovables, entre elas a enerxía eólica. A autoridade competente concede certificados aos produtores de enerxía renovable e, sêrvenlles aos provedores de electricidade como proba de que cumpren os requisitos establecidos en relación á comercialización de electricidade de orixe renovable. Estes instrumentos do réxime retributivo que afectan aos volumes comercializados de enerxía foron establecidos no ano 2002 estando vixentes ata abril de 2017, cando serán substituídos completamente polos Contratos por Diferenza (CFD). Este último esquema de re-

muneración establece un prezo do exercicio (*strike price*), regulado por unha empresa pública británica. Se o prezo do mercado da electricidade é inferior ao prezo do exercicio, os produtores reciben esa diferenza. Pola contra, se o prezo de mercado supera o prezo do exercicio, son os produtores os que teñen que pagar a diferenza. En relación á microxeración (menos de 5 MW), o réxime retributivo baséase nun sistema de primas axustado pola inflación. Non obstante, dende a administración británica propóñense fortes reducións destas primas, que afectan á enerxía eólica a partir do ano 2016.

Táboa 4. Principais políticas implementadas no sector eólico en Reino Unido

Título	Ano	Estado	Tipo de política	Principais características
Contratos por diferenza (CFD)	2014	Vixente	Instrumentos do réxime retributivo	Esquema de apoio para instalacións de máis de 5 MW. Substitúe ao sistema de certificados verdes a partir de abril de 2017 O sistema baséase na diferenza entre o prezo do exercicio ( <i>strike price</i> ) establecido polo regulador e o prezo de mercado
Sistema de primas	2010 (actualizado en 2015)	Vixente	Instrumentos do réxime retributivo	Sistema de primas axustadas coa inflación para instalacións de pequena escala (menos de 5 MW). Propóñense fortes reducións das primas para 2016, entre elas a enerxía eólica
Plan de Transición de Baixo Carbono	2009	Finalizada	Planeamento sectorial Apoio á I+D	Planifica a consecución dos obxectivos de reducións de emisións Redución nun 18% do CO <sub>2</sub> en 2020 fronte os niveis de 2008
Estratexia de Enerxías Renovables 2009	2009	Vixente	Incentivos fiscais, financeiros e do réxime retributivo Apoio ao I+D e actividades demostración	Establécese que o 15% da enerxía procederá de renovables en 2020. Expansión dos certificados de enerxías renovables Incremento do apoio financeiro á enerxía eólica mariña Creación da <i>Office for Renewable Energy Deployment</i> (ORED) Investimentos de 631 millóns de € en novas tecnoloxías renovables
Estratexia Industrial Baixa en Carbono	2009	Finalizada	Apoio á I+D Incentivos fiscais e financeiros Compras públicas	Establece áreas de especial interese para a transición a unha sociedade baixa en carbono. Entre elas, a enerxía eólica mariña 135 millóns de euros para o desenvolvemento da eólica mariña
Lei da Enerxía 2008	2008	Vixente	Desenvolvemento institucional	Fomento dos certificados de enerxías renovables Permite sistema de primas a instalacións de ata 5 MW
Institutos Tecnolóxicos da Enerxía	2007	Vixente	Desenvolvemento institucional Apoio á I+D público-privada	Facilitar a colaboración entre universidade, industria e goberno para o desenvolvemento de fontes renovables
Lei de Cambio Climático e de Enerxía Sustentable	2006	Finalizada	Desenvolvemento institucional	Promoción de proxectos de microxeración Promoción de proxectos enerxéticos comunais Certificados verdes para electricidade de fontes renovables

Título	Ano	Estado	Tipo de política	Principais características
Programa Edificación Baixa en Carbono	2006	Finalizada	Incentivos fiscais e financeiros Apoio á I+D	192 millóns de euros en subsidios para tecnoloxías renovables destinadas á microxeración
Lei da Enerxía 2004	2004	Vixente	Instrumentos regulatorios	Fomento da enerxía eólica mariña e de áreas para desenvolverse
Certificados de utilización de enerxía renovable (RO)	2002 (emendada en 2014)	Vixente	Instrumentos do réxime retributivo Códigos e estándares	Principal mecanismo de apoio para desenvolver as renovables RO obriga a ofrecer proporción crecente de electricidade renovable A microxeración é apoiada por un sistema de primas
Subvencións para parques mariños	2002	Finalizada	Incentivos fiscais e financeiros	Subvencións para 12 parques mariños por 186 millóns de €

*Fonte: Elaboración propia a partir de IEA/IRENA joint Policies and Measures Database (2016)*

## 1.2. O desenvolvemento eólico nos mercados emerxentes asiáticos. As experiencias de China e India

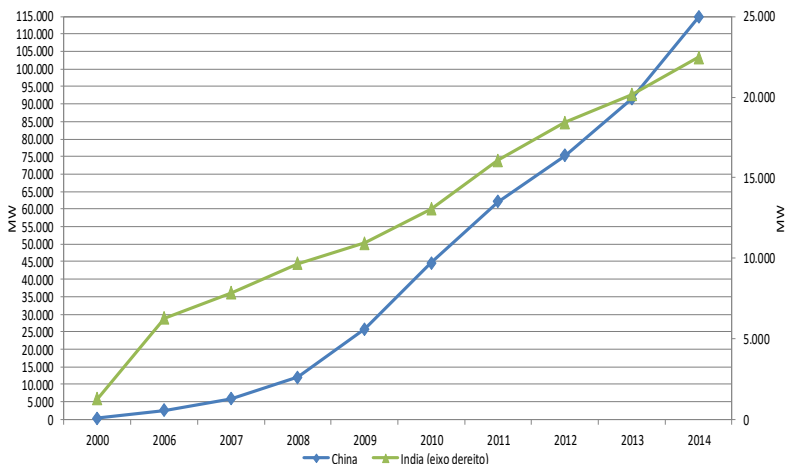
Os mercados chinés e indio destacan polo elevado dinamismo, así como polo xurdimento dunha serie de fabricantes relevantes de turbinas e de compoñentes, encadrados dentro dos principais fabricantes a nivel mundial. Estes axentes non se caracterizan por ser pioneiros no sector eólico, senón pola implementación dunha serie de instrumentos orientados á adquisición de coñecemento estranxeiro para consolidar o mercado nacional e dar o salto aos mercados de exportación (Lewis, 2011). Non obstante, India destaca como a economía pioneira en utilizar comercialmente a enerxía eólica en Asia (Sharma et al., 2012). O forte crecemento e o tamaño acadado por estes mercados, especialmente polo chinés, mudou o panorama do sector eólico mundial dende mediados da primeira década do século XXI; afectando, entre outros, aos criterios que interveñen na competencia do sector a nivel mundial (Lema, Berger e Schmitz, 2013). Deste modo, pódese afirmar que un dos principais cambios recentes na estrutura da cadea de valor global derivouse do forte crecemento da potencia instalada nestes países emerxentes, que foi apoiado, principalmente, por políticas de demanda. A pesar das singularidades propias de cada un dos dous sectores eólicos e das diferenzas de tamaño, neste subapartado analízanse conxuntamente debido ás semellanzas nas políticas implementadas para acadar os actuais niveis de desenvolvemento.

Analizando a evolución da potencia instalada amosada na Figura 11, pódese apreciar o forte crecemento de ámbolos dous mercados, especial-

mente do chinés. Neste mercado, a taxa de variación anual acumulada no período 2000-2014 ascendeu ao 47,1%, ata acadar os 115.433 MW, dos cales 670 son de enerxía eólica mariña; o que representa o 0,6% do total de enerxía eólica instalada. Pola súa parte, o mercado indio rexistrou unha taxa de variación anual acumulada do 21,1% no mesmo período, ata acadar os 22.435 MW. India non dispoñía de potencia enerxía eólica mariña en 2014.

Ámbolos dous sectores emerxentes presentan diversas semellanzas no seu desenvolvemento. Estas características comúns facilitan unha análise conxunta, resaltando tamén os trazos diferenciais no eido institucional e no tecido industrial que poden constituír debilidades ou vantaxes competitivas. En primeiro lugar, cómpre destacar que nos dous escenarios, as políticas implementadas combinaron o fomento dos respectivos mercados nacionais, cun papel destacado do sistema de primas; e o apoio aos fabricantes locais mediante as políticas de contido local, entre outras medidas (Kristinsson e Rao, 2008; Lewis, 2011; Campos e Klagge, 2013). Deste modo, os axentes presentes nos dous sectores contaron, en gran medida, cun mercado local cun elevado grao de protección para poder experimentar con novo equipamento, así como para poder realizar fortes investimentos industriais e en actividades de I+D e demostración.

Figura 11. Evolución da potencia eólica acumulada en China e India (2000-2014)



Fonte: Elaboración propia a partir de IRENA (2015)

En segundo lugar, os axentes presentes nos dous sectores desenvolveron técnicas semellantes para poder adquirir coñecemento e tecnoloxía. Estes instrumentos de transferencia de tecnoloxía e coñecemento baseáronse fundamentalmente nas licencias, nas fusións e adquisicións e nos desenvolvementos conxuntos a través de partenariados<sup>18</sup> (Lewis, 2011). A súa vez, os desenvolvementos conxuntos, ao abeiro dun mercado local cun tamaño considerable, deron como resultado a adaptación da tecnoloxía foránea ás condicións locais, así como unha aprendizaxe recíproca entre empresas multinacionais e locais (Kristinsson e Rao, 2008)<sup>19</sup>.

En terceiro lugar, nestes dous sectores realízanse esforzos sistemáticos para conectarse coas redes globais da innovación, co obxectivo de gañar competitividade internacional e introducirse en sectores punteiros como o da enerxía eólica mariña (Lewis, 2011; Campos e Klagge, 2013). Desta forma, fabricantes chineses e indios establecen empresas filiais e centros de I+D en países europeos ou en EEUU, paralelamente ao incremento das súas exportacións a estes mercados. O principal obxectivo destas iniciativas consiste en situarse moi preto de empregados altamente cualificados ou de coñecemento especializado en novos nichos de mercado. Porén, este último trazo común está moito máis marcado no caso do sector eólico indio e, en especial, no seu principal fabricante, Suzlon; posto que as empresas chinesas saíron máis tardiamente aos mercados exteriores (Lewis, 2011).

En relación ás principais diferenzas entre os dous sectores eólicos, cómpre mencionar a distribución do mercado de turbinas nos dous países (Lewis, 2011). O mercado indio presenta unha alta concentración, posto que a empresa india Suzlon posúe unha cota de mercado superior ao 50%. Porén, o mercado chinés caracterízase por unha relativa atomización do mercado entre fabricantes chineses e estranxeiros, aínda que case todos fabrican no xigante asiático. Os principais fabricantes son Goldwind (PRC), Sinovel (PRC), Nordex (GE), United Power (PRC) ou Minyang (PRC) (Lewis, 2011; Klagge, Liu e Campos, 2012). Paralelamente ao incremento do cota de mercado dos fabricantes chineses, acaparando ata o 90% dende 2010; a presenza de fabri-

---

18 No caso do sector eólico chinés, Klagge, Liu e Campos (2012) sinalan que a utilización destes instrumentos de transferencia tecnolóxica e de coñecemento facilita que os fabricantes locais poidan producir turbinas e compoñentes a un custo inferior que os fabricantes estranxeiros, posto que evitarían un esforzo considerable en actividades de I+D.

19 Kristinsson e Rao (2008) sinalan que, no caso indio, no auxe dos proxectos de colaboración tecnolóxica entre axentes locais (fundamentalmente Suzlon) e empresas estranxeiras encontráronse elementos non ligados ao mercado, fundamentalmente o apoio público.



cantes estranxeiros estase a reducir para centrarse na utilización e defensa da súa propiedade industrial e no acceso ao coñecemento estratéxico (Klagge, Liu e Campos, 2012). Segundo as estimacións, a industria auxiliar chinesa podería fornecer entre o 70 e o 90% dos compoñentes dende finais da primeira década do século XXI, dependendo do tipo e tamaño do aeroxerador (Lema, Berger e Schmitz, 2013).

O fortalecemento do tecido industrial endógeno, apoiado na súa primeira fase de desenvolvemento polos requirimentos de contido local e o incremento substancial do mercado, restoulle relevancia aos axentes estranxeiros. Asemade, a eliminación dos requisitos de contido local dende 2009 reduciu os incentivos para a localización de plantas industriais no seu territorio. A pesar do incremento do peso do tecido industrial autóctono, certos problemas recorrentes, como a calidade dos acabados e a resistencia dos compoñentes xurdiron nun amplo número de parques eólicos, afectándolle tanto aos grandes fabricantes como ás pequenas empresas da industria auxiliar (Lema, Berger e Schmitz, 2013).

As políticas implementadas no sector eólico chinés caracterízanse por un importante esforzo na expansión do mercado local, así como polo fomento dunha industria local potente de fabricación de turbinas e compoñentes<sup>20</sup>. Cómpre mencionar que o sector público chinés non só foi un axente central en relación coa implementación da regulación e do esforzo en I+D, senón tamén pola súa participación directa en moitas empresas manufactureras do sector (Klagge, Liu e Campos, 2012). A Táboa 5 amosa as principais políticas implementadas en China no período 2001-2014. En relación ao réxime retributivo, estableceuse un particular réxime de primas para a enerxía eólica terrestre no ano 2009. Segundo este modelo, establécense catro categorías diferentes de primas, dende os 0,052 €/kWh ata os 0,062 €/kWh, en función da cantidade de recurso eólico existente a nivel rexional. Deste modo, as instalacións situadas en rexións con menor recurso eólico, percibirían unha prima superior que aquelas localizadas en rexións con réximes de vento favorables. Este modelo de primas substituíu a un sistema vixente dende 2003, no que se establecían as primas en cada concurso de potencia ou proxecto. O sistema de concursos de potencia instaurado no

---

20 Ydersbond e Korsnes (2014) sinalan que detrás do forte desenvolvemento do sector eólico en China e Europa, existe unha serie de motivacións subxacentes comúns, das que habería que resaltar a loita contra o cambio climático e polución atmosférica, o impulso da seguridade enerxética, así como a busca do liderado mundial nun sector con moito potencial.

ano 2003 puido estimular parcialmente a competencia<sup>21</sup> no sector e constitúe unha das causas do incremento substancial da potencia instalada no xigante asiático (Klagge, Liu e Campos, 2012). Asemade, a enerxía eólica mariña conta co seu particular réxime de primas para fomentar a súa expansión, establecéndose unha prima sobre o prezo da electricidade que pode variar entre 0,092 e 0,104 €/kWh.

Ademais dos instrumentos do réxime retributivo, as autoridades chinesas implementaron diversas políticas para fomentar o crecemento da potencia instalada. Neste sentido, a actividade de promoción beneficiase de tipos de gravame reducidos e de aranceis preferenciais. Por exemplo, reducíronse á metade os tipos de gravame do imposto sobre o valor engadido para os parques eólicos, así como a tributación polas ganancias derivadas da súa explotación.

A política industrial chinesa no eido eólico foi, dende os seus inicios, ambiciosa na procura do desenvolvemento dun sector tecnoloxicamente maduro. Inicialmente, os concursos públicos de potencia tiñan en conta, non só o prezo do kWh que se ofertaba, senón tamén a porcentaxe de contido local que os solicitantes se comprometían a mercar a provedores localizados en China. Porén, no ano 2009 eliminouse a obriga de contido local establecida no 70% do valor da turbina. Posteriormente, as autoridades chinesas estableceron unha serie de incentivos fiscais e financeiros para promover a fabricación de compoñentes para a industria eólica no propio país, así como axudas ás actividades de I+D e de demostración. Nesta mesma liña de garantir unha capacidade técnica e industrial, establecéronse uns requisitos esixentes de fabricación de compoñentes e turbinas en China no ano 2010. Así, a partir desa data, as autoridades só permiten fabricar aeroxeradores cunha potencia unitaria igual ou superior a 2,5 MW; e as empresas que entrasen no mercado de fabricación teñen que demostrar unha experiencia mínima de 5 anos en sectores ligados ao eólico para poder comercializar os seus produtos. Asemade, os plans quinquenais para enerxías renovables e industrias emerxentes contemplan o establecemento de estándares industriais no sector eólico, o incremento da comercialización de equipamento para a

---

21 Segundo afirman Klagge, Liu e Campos (2012), a competencia resultante foi limitada debido ás porcentaxes de contido local (oscila entre o 50 e o 70% do valor do aeroxerador) e á preponderancia dos vínculos persoais no proceso de autorización das concesións. Como resultado, os promotores locais adoitaron ser os máis habituais e algunhas das concesións sufriron problemas de viabilidade financeira, debido a poxas pouco realistas en relación ao prezo ao que ían ofrecer a produción eléctrica.

enerxía eólica mariña, así como a mellora da xestión da produción eólica. Neste sentido, un dos maiores retos do sector eólico terrestre chinés consiste en mellorar as redes eléctricas nas rexións do norte e leste, para evitar o desaproveitamento da produción eléctrica dos parques eólicos e manter o equilibrio entre demanda e oferta a tempo real (Ydersbond e Korsnes, 2014). Asemade, Klagge, Liu e Campos (2012) subliñan a necesidade de implementar unha axenda integral para fomentar a innovación interna das empresas chinesas, dada a dependencia de desenvolvementos foráneos. Entre outros eidos, destacan a necesidade de traballar en novas tecnoloxías e métodos para integrar unha crecente produción eléctrica de orixe renovable na rede.

*Táboa 5. Principais políticas implementadas no sector eólico en China*

Título	Ano	Estado	Tipo de política	Principais características
Estandarización da calidade	2014	Vixente	Estándares industriais	Establecemento de controis de calidade nos aerorexeradores instalados
Informe desenvolvemento da enerxía eólica mariña	2014	Vixente	Instrumentos do réxime retributivo	Establecemento dunha prima entre 0,092 e 0,104 €/kWh para electricidade da enerxía eólica mariña
Informe sobre a integración da enerxía eólica	2013	Vixente	Instrumentos regulatorios	Análise das causas do desaproveitamento das instalacións eólicas en moitas rexións, así como o deseño de medidas correctivas
Libro Branco Estratexia Enerxética 2012	2012	Vixente	Planificación estratéxica	Establécese que o 11,4% do consumo primario de enerxía proveña de combustibles non fósiles para finais de 2015
Desenvolvemento tecnolóxico eólico	2012	Vixente	Planificación estratéxica	Obxectivo de instalar 10 MW de enerxía eólica mariña en 2015 A industria debe desenvolver novas turbinas para instalacións mariñas
Plan quinquenal para industrias emerxentes	2012	Vixente	Planificación estratéxica	Instalación de 100 GW de potencia eólica para 2015 Ampliar a comercialización de equipamento para a enerxía eólica mariña Establecemento de estándares industriais internacionais Establecemento de mecanismos para a xestión eficiente da produción eólica
Plan quinquenal para enerxías renovables	2012	Vixente	Planificación estratéxica	O 9,5% do consumo total de enerxía provirá de renovables no 2015 Establécese que a potencia eólica acade 100 GW, incluíndo 5 GW de mariña
Normas de acceso ao mercado de compoñentes	2010	Vixente	Política industrial	Permítese só a fabricación de turbinas con potencia superior a 2,5 MW As novas empresas teñen que demostrar experiencia no mercado

Título	Ano	Estado	Tipo de política	Principais características
Medidas para a xestión de parques eólicos mariños	2010	Vixente	Instrumentos regulatorios	Establece o proceso de concursos eólicos competitivos Os promotores teñen que ser empresas de capital chinés ou joint-ventures
Eliminación de aranceis	2010	Planeada	Incentivos fiscais	Eliminación de aranceis e do IVE en compoñentes tecnolóxicos clave
Sistema de primas para a enerxía eólica terrestre	2009	Vixente	Instrumentos do réxime retributivo	Sistema de primas vixente durante 20 anos. Existen catro categorías na fixación de prezos en función da cantidade de recurso a nivel rexional
Plan de desenvolvemento da enerxía eólica mariña	2009	Vixente	Planificación estratéxica	Establece o punto de partida para o desenvolvemento a nivel rexional da enerxía eólica mariña
Eliminación contido local	2009	Vixente	Política industrial	Elimínase obriga de mercar a provedores locais o 70% do valor da turbina
Fondo especial para equipamento eólico	2007	Vixente	Incentivos fiscais e financeiros	Subsidios e subvencións para fabricación de novo equipamento, avaliación de proxectos e actividades de I+D
Política impositiva preferencial	2003-2007	Vixente	Incentivos fiscais e financeiros	Proxectos eólicos benefíciense dun tipo impositivo reducido do 15% e de aranceis preferencias
Concesións eólicas	2003	Finalizada	Instrumentos do réxime retributivo	Concursos de potencia en base ao prezo do kWh e contido local Garántese unha prima durante 10-15 anos
IVE reducido	2001	Vixente	Incentivos fiscais	O IVE no sector eólico reduciuse á metade ata o 8,5%

Fonte: Elaboración propia a partir de IEA/IRENA Joint Policies and Measures Database (2016)

No eido da enerxía eólica mariña, o goberno chinés estableceu o primeiro plan integral de desenvolvemento desta fonte renovable no ano 2009, fixando os obxectivos de crecemento a nivel rexional, así como os procedementos para a instalación dos parques eólicos. Neste sentido, en 2010 entraron en vigor os concursos eólicos competitivos para a enerxía eólica mariña nos que se establecía o requisito polo cal só se poden presentar aos concursos empresas chinesas ou *joint-ventures* nas que o socio local conte co 50% ou máis das accións. Ademais, as autoridades competentes fixaron obxectivos ambiciosos para a enerxía eólica mariña, aínda que a súa relevancia é aínda moi reducida en comparación coa terrestre, debido ás elevadas localizacións terrestres propicias para o aproveitamento eólico.

O goberno da India desenvolveu unha serie de medidas para promover a expansión da enerxía eólica, así como favorecer a emerxencia e fortalecemento dunha industria eólica nacional. Asemade, o incremento do consumo enerxético, debido ao forte crecemento económico e demográfico, así como a seguridade enerxética, constitúen factores relevantes para o des-

envolvemento eólico. As autoridades competentes centran os plans de desenvolvemento nos estados nos que se identifica o maior potencial eólico, dos cales destacan Tamil Nadu, Karnataka, Kerala, Gujarat, Andhra Pradesh, Kerala, Maharashtra, Rajasthan e Madhya Pradesh (Sharma et al., 2012).

As políticas implementadas dende a esfera pública son de diferente índole. Entre os instrumentos amosados na Táboa 6, destacan os referidos ao réxime retributivo e aos incentivos fiscais e financeiros. Neste sentido, cómpre mencionar as exencións de impostos e a depreciación acelerada, que pode chegar ao 80% dos custos do proxecto no primeiro ano, como principais medidas que promoveron o incremento da potencia instalada. Estes instrumentos teñen como obxectivo ofrecer incentivos aos promotores de parques e fabricantes, tendo en conta que o sector eólico caracterízase por ser intensivo en capital. Ademais, as entidades financeiras públicas conceden préstamos en condicións favorables para a instalación de parques eólicos.

*Táboa 6. Principais políticas implementadas no sector eólico en India*

Título	Ano	Estado	Tipo de política	Principais características
Depreciación acelerada	2014	Vixente	Incentivos fiscais	A depreciación acelerada fíxase no 80% do investimento nas instalacións.
Regulación de tarifas	2009-2010	Vixente	Instrumentos do réxime retributivo	O período retribuído con primas dura 13 anos As primas están baseadas, entre outros factores, no custo do capital, no gastos en operación e mantemento e na intensidade do recurso eólico
Incentivos á xeración	2008	Vixente	Instrumentos do réxime retributivo	Establécese o obxectivo de incrementar en 10.500 MW a potencia instalada no ano 2012 Os parques eólicos de 5 MW ou máis reciben primas de 0,008€/kWh durante 10 anos sobre a tarifa determinada polas autoridades competentes. Estes incentivos non se aplican ás instalacións beneficiadas pola depreciación acelerada
Apoio público ao desenvolvemento eólico	2002	Vixente	Incentivos fiscais e financeiros	Depreciación acelerada e exencións temporais de impostos Préstamos preferencias concedidos por entidades públicas á instalación de parques eólicos

*Fonte: Elaboración propia a partir de IEA/IRENA Joint Policies and Measures Database (2015)*

No eido do réxime retributivo, tanto a nivel estatal como rexional, estableceuse un réxime de primas para favorecer a expansión desta enerxía

renovable. A aplicación deste réxime de remuneración, establecido para un período de dez e trece anos, é incompatible coa aplicación simultánea da depreciación acelerada. Asemade, moitos estados indios implementaron a partir de 2003 unhas cotas obrigatorias de consumo de enerxías renovables, entre as que se encontra a enerxía eólica (Sharma et al., 2012).

No eido do desenvolvemento industrial, India dou os seus primeiros pasos na promoción da súa industria eólica mediante a modificación dos aranceis, para fomentar a importación de compoñentes en vez da importación da turbina completa (Lewis, 2011). Ademais, implementou un sistema nacional de avaliación de equipamentos e de estándares industriais baseados en criterios internacionais, o que facilita a homologación dos compoñentes fabricados localmente e a súa exportación. Este tipo de medidas veñen parellas á clara vocación exterior do principal axente do sector eólico indio, a multinacional Suzlon, posto que lle facilita a súa crecente integración nas cadeas de valor globais sectoriais. Ademais, o goberno levou a cabo investimentos en proxectos de I+D e demostración centrados en proxectos a pequena escala en zonais rurais pouco desenvolvidas (Sharma, 2012).



# Conclusiones





O fomento das enerxías renovables a nivel global e, en particular da enerxía eólica, baséase nunha tripla perspectiva ambiental, enerxética e económica. A primeira céntrase principalmente nos obxectivos de mitigar o cambio climático e reducir as emisións contaminantes. Pola súa banda, a segunda perspectiva está estreitamente relacionada coa elevada dependencia das importacións de combustibles fósiles pola maior parte das economías occidentais, posto que resalta a relevancia de promover a enerxía eólica co obxectivo de diversificar as fontes de subministro. A última perspectiva céntrase nos efectos económicos positivos, en termos de creación de emprego ou diversificación industrial, que se desencadean polo fomento deste recurso renovable. Tradicionalmente, o estímulo do sector público explícase segundo as dúas primeiras perspectivas. Non obstante, progresivamente comprobouse que o fomento da enerxía eólica, como a maioría das renovables, pode impulsar a cohesión territorial, a creación de emprego e a diversificación cara novas sendas produtivas. Deste modo, quedan constatados os cuantiosos e diversos efectos positivos potenciais derivados da promoción do sector eólico.

Ademais dos efectos anteriormente sinalados, cómpre mencionar outros ocasionados de forma indirecta polo propio proceso de aglomeración sectorial no contexto rexional. Neste sentido, son interesantes as economías externas, tanto nas empresas dun mesmo sector coma nas doutros, xeradas nestes procesos. En relación ás externalidades producidas a outras empresas que non son do sector, as externalidades xacobianas sobresaen no eido rexional, como un instrumento clave para fomentar a diversificación produtiva sen desconectarse da senda de desenvolvemento existente a nivel rexional (*path dependence*). Asemade, estas externalidades contribúen ao incremento da resiliencia rexional no curto, medio e longo prazo; mediante a proximidade cognitiva cos sectores rexionais xa esixentes. Isto permite unha maior mobilidade laboral, así como a construción dos cimentos para unha diversificación cara sectores con maior potencial mediante a nova combinación de ideas. Desta forma, xorden fortes implicacións en materia de políticas de promoción sectorial. En primeiro lugar, a dependencia da senda de desenvolvemento non ten porque causar un efecto negativo no desenvolvemento futuro, posto que pode permitir a emerxencia de sectores prometedores. En segundo lugar, as políticas de promoción sectorial deberían estar máis centradas cara á diversificación de sectores con proximidade cognitiva.

Desta forma, trátase de asegurar unha maior resiliencia nos diferentes horizontes temporais; e redúcese a probabilidade de fracaso das políticas implementadas en comparación coa promoción dun sector totalmente novo para a economía rexional. Neste sentido, a evolución do sector naval cara ao eólico terrestre e, este á súa vez cara ao eólico mariño, constitúe un bo exemplo de evolución sectorial entre sectores cognitivamente próximos.

A promoción sectorial de industrias cognitivamente próximas amosa, como se indicou anteriormente, efectos positivos a nivel rexional. Non obstante, o fomento de aglomeracións industriais debe ter en conta as particularidades socioeconómicas de cada caso de estudo. Neste sentido, o fomento de calquera sector en rexións periféricas ten que afrontar unha serie de eivas estruturais que poden bloquear dito desenvolvemento. Deste modo, os diferentes programas considerados non deberían ser unha mera replicación das medidas implementadas nos casos de éxito. Dadas as debilidades das áreas periféricas, requírese unha serie de actuacións multidisciplinares que corrixan, fundamentalmente, a debilidade institucional.

Os procesos de innovación son cruciais en calquera proceso de desenvolvemento sectorial, como no caso da enerxía eólica. Estes procesos son continxentes, polo que cómpre realizar un estudo individualizado de cada sector, analizando tanto os principais axentes e interaccións entre eles, como as diferentes políticas necesarias para a súa promoción. A nivel sectorial resalta o carácter sistémico da innovación, onde interveñen axentes de diferente natureza e políticas multidisciplinares. Este feito provoca que os programas de promoción sectorial deban atender a diversos eidos, dende as capacidades de innovación baseadas na ciencia, ata os estímulos derivados do mercado. Entre os instrumentos para innovar relevantes para as rexións periféricas e as economías en desenvolvemento, destacan a transferencia tecnolóxica e a aprendizaxe interactiva, ofrecendo a segunda maiores vantaxes para as partes que interveñen, fomentando a colaboración mutua. Non obstante, require unha elevada capacitación por parte do tecido produtivo local, o que implica un correcto funcionamento do sistema de innovación.

A promoción dun sector eólico competitivo a nivel internacional precisa a combinación de políticas multidisciplinares, así como de diferentes horizontes temporais. Este enfoque poliédrico baséase na propia experiencia sectorial, dado que a existencia dunha elevada penetración no mercado non ten porque levar aparelado un efecto de localización de empresas fabricantes

de compoñentes e servizos. Unha primeira distinción entre instrumentos de promoción sectorial pódese establecer entre aqueles baseados na ciencia (*technology push*) e aqueles baseados na aprendizaxe produtiva e na interacción (*demand pull*). A primeira delas constitúe un proceso lineal para innovar; mentres que na segunda a interacción na cadea de valor e a aprendizaxe no proceso produtivo desempeñan un papel clave. Non obstante, ámbalas dúas son complementarias e a súa importancia relativa dependerá, en gran medida, da intensidade tecnolóxica do sector en cuestión e da fase de desenvolvemento. Porén, cómpre engadir unha perspectiva temporal máis explícita no deseño e implementación de políticas. Esta perspectiva temporal é esencial, posto que a tipoloxía de políticas implementadas e a súa intensidade variará en función da fase de desenvolvemento temporal.

Na análise dos instrumentos de promoción no sector eólico utilízase unha perspectiva dinámica e unha clasificación dos instrumentos en función de se inflúen na demanda ou na oferta. Neste sentido, se os instrumentos afectan á penetración nos mercados, ou ben, na súa propia expansión, considéranse instrumentos polo lado da demanda. En cambio, estase ante instrumentos polo lado da oferta se estes inflúen na localización das empresas, nas súas capacidades de innovación, así como no seu nivel de competitividade. Os dous tipos de instrumentos complementáanse debido á necesidade conxunta de crear condicións de mercado (demanda) e o ambiente propicio para a emerxencia de empresas do sector e favorecer a súa competitividade (oferta). Deste modo, resulta complexo que se localicen empresas nun territorio sen un mercado local potente ou un mercado exterior facilmente accesible. Da mesma maneira, a existencia dun mercado eólico local de tamaño considerable non ten porque levar aparelado o xurdimento dun sector industrial e de servizos, posto que se pode cubrir a demanda mediante importacións.

Á súa vez, estes instrumentos clasifícanse en función do seu horizonte temporal en base á influencia para promocionar o sector eólico no curto, medio ou longo prazo. Non obstante, unha parte dos instrumentos implementados nas fases iniciais de desenvolvemento deberíanse manter, aínda que con menor intensidade, ao longo do tempo. Por exemplo, este é o caso dos instrumentos de demanda a curto prazo, posto que cómpre manter unhas condicións de mercado ao longo do tempo para propiciar a consolidación sectorial. Nas primeiras fases de desenvolvemento cómpre establecer condicións mínimas de mercado, fomentando a penetración da enerxía eólica me-

diante instrumentos tanto polo lado da demanda (instrumentos do réxime retributivo, incentivos financeiros e fiscais, concursos públicos de potencia, etc.), como polo lado da oferta (políticas de contido local e aranceis). Pola súa banda, no longo prazo destacan os incentivos que pretenden asegurar un nivel de competitividade sectorial e de resiliencia fronte aos procesos de deslocalización. Neste sentido, mediante os incentivos ás actividades de I+D, o fomento da infraestrutura tecnolóxica e das compras públicas verdes pódese favorecer a capacidade de absorción e de innovación a nivel sectorial.

Dentro dos instrumentos a curto prazo que favorecen a penetración da enerxía eólica, destacan os relativos ao réxime retributivo. A súa utilización foi moi ampla entre as economías que contan cunha considerable potencia instalada renovable. No eido da enerxía eólica, o sistema de primas, que consiste nunha intervención vía prezos no mercado eléctrico, é o máis estendido nas economías occidentais. Diversos autores sinalan que este sistema acadou uns maiores niveis de penetración da enerxía eólica que outros sistemas como os certificados verdes negociables; aínda que con algunhas eivas asociadas como os elevados custos para o sistema. O sistema de primas variable, que permite modular a prima en función do prezo da electricidade no mercado, considérase como o que ten mellores resultados. Por unha banda, permite asegurar unha rendibilidade mínima aos investidores; e, por outra banda, limita o incremento dos custos asociados no sistema eléctrico. Este sistema foi aplicado en España para as enerxías renovables dende a promulgación do Decreto 661/2007, acadando un aumento considerable da potencia instalada. Porén, o cambio cara un sistema retributivo de rendibilidade razoable, paralelamente a unha baixada das retribucións totais, provoca un elevado grao de incerteza, lastrando o desenvolvemento do sector.

A asistencia crediticia á exportación constitúe unha alternativa aos mercados locais, posto que facilita a exportación de turbinas e compoñentes a outros mercados. Neste sentido, representa unha alternativa para os países cun mercado local reducido ou xa moi saturado, como no caso de Dinamarca. Os concursos públicos de potencia son outro tipo de instrumentos de política enerxética que favorecen a creación de mercados, neste caso a nivel local.

No medio e longo prazo cómpre desenvolver instrumentos que favorezan a competitividade do sector e, en definitiva, unha consolidación e resiliencia duradeira fronte a procesos de deslocalización. Nesta fase, as medidas

encamiñadas á creación de mercados deberían perder intensidade, aínda que non desaparecer. En primeiro lugar, destacan os incentivos ás actividades de I+D, debido ao seu papel para reducir os custos e conseguir un nivel de competitividade parello ás enerxías convencionais. Non obstante, a infraestrutura tecnolóxica de apoio ao sector eólico pode desempeñar un papel máis integral, posto que, ademais das actividades de I+D, pode incrementar a capacidade de absorción das empresas auxiliares e a adopción de novas técnicas. Os diferentes elementos da infraestrutura tecnolóxica incentivan a competitividade mediante a provisión de servizos de mercado intensivos en coñecemento, establecemento de estándares industriais ou vixilancia tecnolóxica. A infraestrutura tecnolóxica pode desempeñar un papel central para as PEMES do sector, dado que moitas veces non contan cos recursos internos para realizar actividades de investigación ou demostración. Deste modo, fortalécense os elementos máis débiles da cadea de valor ante procesos de deslocalización da produción por parte dos grandes fabricantes de turbinas. Por último, un instrumento polo lado da demanda pouco utilizado no eido da enerxía eólica a nivel estatal é a compra pública verde. As súas potencialidades de uso son moi amplas, posto que pode incentivar, paralelamente, unha maior expansión de tecnoloxías máis sustentables e a innovación tecnolóxica.

Analizando os diferentes instrumentos para fomentar o desenvolvemento do sector eólico, tanto polo lado da demanda como da oferta, como nos diferentes horizontes temporais; pódese deducir que cómpre implementar un sistema de políticas multidisciplinares (no eido enerxético, industrial, tecnolóxico, etc.) combinadas, con diferente intensidade ao longo do tempo. Polo tanto, a perspectiva é claramente sistémica e dinámica, adaptada ás particularidades de cada contexto. Desta forma, a relativa importancia das diversas políticas de demanda ou oferta, dependerá, principalmente, do tamaño do mercado local e dos xeograficamente máis próximos, así como das características do tecido produtivo.

O desenvolvemento sectorial da enerxía eólica mostra notables disparidades espaciais en función dos recursos previos existentes en cada territorio (país ou rexión), así como polas políticas implementadas. Deste modo, o sector eólico nun territorio determinado, como unha rexión, presenta un proceso de evolución caracterizado pola influencia das características socioeconómicas e políticas previas no abano de posibilidades de desenvol-

vemento futuro. Á súa vez, a orientación da intervención pública e a súa motivación, dependerán da fase de desenvolvemento sectorial, tendendo a ser máis proteccionista nas fases incipientes; e máis liberal, ou dependente do mercado, cando se acada o nivel de consolidación. A análise comparada dos principais sectores eólicos a nivel mundial permite identificar e estudar as diferenzas referidas ao deseño e implementación de políticas públicas, así como os resultados no incremento da potencia instalada e no xurdimento e consolidación dun sector industrial e de servizos vinculado a esta fonte renovable.

O sector eólico dinamarqués constitúe a experiencia pioneira a nivel mundial no aproveitamento comercial do recurso eólico. Neste sentido, Dinamarca foi capaz, dentro dun gran pacto social para promover o cambio xeral do modelo enerxético, de fomentar a expansión da enerxía eólica e o desenvolvemento industrial e tecnolóxico, que permitiu que algúns axentes dinamarqueses sexan líderes mundiais en diferentes segmentos da cadea da valor. Asemade, puxeron unha énfase especial na integración social, posto que ao longo do tempo facilitouse a participación dos axentes locais na promoción de parques terrestres e mariños. Desta forma, Dinamarca consolidou o seu liderado mediante unha combinación de instrumentos, tanto polo lado da demanda como da oferta, no eido do réxime retributivo, industrial, tecnolóxico ou financeiro. Os últimos trazos da política no eido eólico pasan pola expansión da enerxía eólica mariña e o desenvolvemento de nova tecnoloxía neste sector cun elevado potencial, así como o apoio á enerxía minieólica e ao autoconsumo.

O desenvolvemento do sector eólico no Reino Unido foi tardío en comparación cos principais mercados europeos como Alemaña, España ou Dinamarca. Se ben o desenvolvemento da enerxía eólica terrestre estancouse debido á oposición dos axentes locais, a enerxía eólica mariña acadou un nivel de desenvolvemento moi significativo, tanto en termos de potencia instalada como en desenvolvemento tecnolóxico, colocando a Reino Unido como líder indiscutible neste subsector. As políticas públicas de fomento, en relación ao réxime retributivo e á política industrial e tecnolóxica, teñen como obxectivo incrementar a potencia instalada da enerxía eólica mariña e atraer a máis fabricantes e empresas de servizos a Reino Unido. Sendo a súa entrada no subsector da enerxía eólica terrestre tardía e parcialmente fracasada, puído reconducirse e especializarse nun subsector que o levou

a destacar a nivel mundial. A aprendizaxe institucional no deseño e implementación de políticas na enerxía eólica terrestre facilitou o establecemento dun marco de promoción adaptado á enerxía eólica mariña.

Os mercados emerxentes da enerxía eólica, dadas as súas propias características definitorias, distínguense claramente dos consolidados, tanto en relación aos principais trazos estruturais, como á súa evolución e ás políticas implementadas en cada caso. China e India sobresaen entre os sectores emerxentes polo considerable crecemento da potencia instalada dende comezos do século XXI e pola forte irrupción nas cadeas de valor globais. As prioridades nestes sectores eólicos foron tradicionalmente o incremento da potencia eólica e a súa mellor integración nas redes eléctricas, a atracción de capital estranxeiro en actividades manufactureiras e a absorción de coñecemento e tecnoloxías foráneas. Non obstante, dada a súa crecente relevancia e maior madurez no sector eólico a nivel mundial, tanto o sector público como os axentes presentes nestes dous casos están poñendo unha maior énfase en actividades intensivas en I+D e novos nichos de mercado. Ademais, están incrementando a colaboración internacional coas rexións e axentes líderes no sector eólico.





# Bibliografía



- AEE (Varios años). *Eólica (2006-2015)*. Madrid: Asociación Empresarial Eólica.
- Aguirre, M. e Ibikunle, G. (2014). Determinants of renewable energy growth: A global sample analysis. *Energy Policy*, 69 (6), 374-384.
- Altenburg, T. (2006). Governance patterns in value chains and their development impact. *The European Journal of Development Research*, 18 (4), 498-521.
- Amer, M., Daim, T. e Jetter, A. (2016). Technology roadmap through fuzzy cognitive map-based scenarios: the case of wind energy sector of a developing country. *Technology Analysis & Strategic Management*, 28 (2), 131-155.
- Annunziata, E., Frey, M., Iraldo, F. e Testa, F. (2014). The contribution of green public procurement to energy efficiency governance in buildings. En F. Decarolis e M. Frey, *Public procurement's place in the world* (pp. 1-13). Basingstoke: Palgrave.
- APPA (2014). *Estudio del impacto macroeconómico de las energías renovables en España 2013*. Madrid: Asociación de Empresas de Energías Renovables.
- Avnimelech, G. e Teubal, M. (2008). Evolutionary Targeting. *Journal of Evolutionary Economics*, 18 (2), 151-166.
- Bacigalupo, M. (2010). La distribución de competencias entre el Estado y las Comunidades Autónomas en materia de energías renovables. *REAF*, 10, 286-329.
- Barge, A. e Modrego, A. (2007). Los centros tecnológicos como instrumentos de intervención pública en los sistemas regionales de innovación. En X. Vence, *Crecimiento y políticas de innovación. Nuevas tendencias y experiencias comparadas* (pp. 241-271). Madrid: Pirámide.
- Bell, M. (1984). Learning and the accumulation of industrial technological capability in developing countries. En M. Fransman e K. King, *Technological capability in the third world* (pp. 187-209). London: Macmillan.

- Bergek, A. e Jacobsson, S. (2010). Are tradable green certificates a cost-efficient policy driving technical change or a rent-generating machine? Lessons from Sweden 2003-2008. *Energy Policy*, 38 (3), 1255-1271.
- BIC Galicia (2009). *Energías renovables (servizos de enxeñería e consultoría). Plan de Desenvolvemento Integral de Ferrol, Eume e Ortegal*. Santiago de Compostela: BIC Galicia.
- Blanco, M. (2009). The economics of wind energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, 1372-1382.
- Blanco, M. e Rodrigues, G. (2009). Direct employment in the wind energy sector: An EU study. *Energy Policy*, 37 (8), 2847-2857.
- Boschma, R. (2005). Proximity and innovation: A critical assessment. *Regional Studies*, 39 (1), 61-74.
- (2015). Towards an evolutionary perspective on regional resilience. *Regional Studies*, 49 (5), 733-751.
- Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: A review of research and theory. *Research Policy*, 29 (4-5), 627-655.
- Burguillo, M, e Del Río, P. (2008). La contribución de las energías renovables al desarrollo rural sostenible en la Unión Europea: Pautas teóricas para el análisis empírico. *Tribuna de Economía*, 845, 149-165.
- Butler, L. e Neuhoff, K. (2008). Comparison of feed-in tariff, quota and auction mechanism to support wind power development. *Renewable Energy*, 33 (8), 1854-1867.
- Campos, P. e Klagge, B. (2013). The evolution of the wind industry and the rise of Chinese firms: From industrial policies to global innovation networks. *European Planning Studies*, 21 (9), 1341-1356.
- Cantwell, J. (2009). Innovation and information technology in the MNE. En A. Rugman, *The Oxford Handbook of International Business* (pp. 417-446). Oxford: Oxford University Press.

- Carballo, A. e Villasante, C.S. (2008). Applying physical input–output tables of energy to estimate the energy ecological footprint (EEF) of Galicia (NW Spain). *Energy Policy*, 36, 1148-1163.
- Christensen, J.L. (2010). Science, engineering and people with a mission. Danish wind energy in context 1891-2010. *The International Schumpeter Society Conference*, Aalborg (Denmark).
- Colmenar-Santos, A., Campiñez-Romero, S., Pérez-Molina, C. e Mur-Pérez, F. (2015). Repowering: An actual possibility for wind energy in Spain in a new scenario without feed-in-tariffs. *Renewable and Sustainable Energy Review*, 41, 319-337.
- Cooke, P. (2009). Origins of regional innovation systems thinking and recent advances from analysis of “green innovation”. *Ekonomiaz: Revista Vasca de Economía*, 70, 60-85.
- (2014). Creating cleantech clusters-Lessons for transition regions. En X. Vence e D. Rodeiro, *Innovación y emprendimiento con base en las ciencias* (pp. 119-140). Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela. Servizo de Publicacións e Intercambio Científico.
- Cooke, P. e Huggins, R. (2002). High-technology clustering in Cambridge (UK). En A. Amin, S. Goglio e F. Sforzi, *The institution of local development* (pp. 51-74). Aldershot: Ashgate.
- Cooke, P., Gomez, M. e Etxebarria, G. (1997). Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions. *Research Policy*, 26 (4-5), 475-491.
- Costa, M. (2014). El proceso de liberalización de la economía española: El caso del sector eléctrico. En J. Alonso e R. Myro, *Ensayos sobre economía española: Homenaje a José Luis García Delgado* (pp. 298-309). Pamplona: Civitas.
- Couture, T. e Gagnon, Y. (2010). An analysis of feed-in tariffs remuneration models: Implication for renewable energy investment. *Energy Policy*, 38 (2), 955-965.

- Del Río, P. (2007). Políticas públicas, creación de industria e innovación en energías renovables. Una reflexión sobre el caso español. *Economía Industrial*, 384, 75-84.
- Del Río, P. e Bleda, M. (2012). Comparing the innovation effects of support schemes for renewable electricity technologies: A function of innovation approach. *Energy Policy*, 50, 272-282.
- Del Río, P. e Burguillo, M. (2009). An empirical analysis of the impact of renewable energy deployment on local sustainability. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, 1314-1325.
- Del Río, P. e Unruh, G. (2007). Overcoming the lock-out of renewable energy technologies in Spain: The cases of wind and solar electricity. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11 (7), 1498-1513.
- Díaz, L. (2012). Missions-oriented RD&D institutions in energy between 2000 and 2010: A comparative analysis of China, the United Kingdom, and the United States. *Research Policy*, 41, 1742-1756.
- Doldán, X.R. (2008). A situación enerxética galega no contexto europeo. *Revista Galega de Economía*, 17 (extraordinario), 241-262.
- Doldán, X.R. e Asociación Véspera de Nada por unha Galiza sen Petróleo. (2013). *Guía para o descenso enerxético* (1ª ed.). Betanzos: Asociación Véspera de Nada por unha Galiza sen Petróleo.
- Dong, C.G. (2012). Feed-in tariff vs. renewable portfolio standard: An empirical test of their relative effectiveness in promoting wind capacity development. *Energy Policy*, 42, 476-485.
- Dosi, G. e Grazzi, M. (2009). Energy, development and the environment: An appraisal three decades after the “limits to growth” debate. En A. Pyka, U. Cantner e A. Greiner, *Recent advances in neo-schumpeterian economic. Essays in honour of Horst Hanusch* (pp. 34-52). Cheltenham: Edward Elgar.
- Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. e Soete, L.L. (1988). *Technical change and economic theory*. London: Pinter.

- DWIA (2010). *Denmark-wind power hub*. Copenhagen: Danish Wind Industry Association.
- (2015). *Industrial statistics*. Danish Wind Industry Association. Disponible na web [agosto 2015]: [http://www.windpower.org/en/knowledge/statistics/industry\\_statistics.html](http://www.windpower.org/en/knowledge/statistics/industry_statistics.html)
- Edler, J. e Yeow, J. (2016). Connecting demand and supply: The role of intermediation in public procurement of innovation. *Research Policy*, 45 (2), 414-426.
- Edquist, C. (2010). Government technology procurement as an instrument of technology policy. En M. Teubal, D. Foray, M. Justman e E. Zuscovitch, *Technological infrastructure policy. An international perspective* (pp. 141-170). Dordrecht: Kluwer.
- Edquist, C. e Zabala-Iturriagoitia, J. (2012). Public procurement for innovation as mission-oriented innovation policy. *Research Policy*, 41 (10), 1757– 1769.
- Edquist, C., Vonortas, N., Zabala-Iturriagoitia, J. e Edler, J. (2015). *Public procurement for innovation*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Ek, K. e Söderholm, P. (2010). Technology learning in the presence of public R&D: The case of European wind power. *Ecological Economics*, 69 (12), 2356-2362.
- Etzkowitz, H. e Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From national systems and “Mode 2” to a triple helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 29, 109-123.
- EWEA (2009). *Wind energy- the facts: A guide to the technology, economics and future of wind power*. Londres: Earthscan.
- Fan, P. e Watanabe, C. (2006). Promoting industrial development through technology policy: Lessons from Japan and China. *Technology in Society*, 28 (3), 303-320.
- Foray, D. (2006). *The economics of knowledge*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.



- Frenken, K., Oort, F. e Verburg, T. (2007). Related variety, unrelated variety and regional economic growth. *Regional Studies*, 41 (5), 685-697.
- Friebe, C., Flotow, P. e Täube, F. (2014). Exploring tecnology diffusion in emerging markets - the role of public policy for wind energy. *Energy Policy*, 70, 217-226.
- Fromhold-Eisebith, M. e Eisebith, G. (2005). How to institutionalize innovative clusters? Comparing explicit top-down and implicit bottom-up approaches. *Research Policy*, 34, 1250-1268.
- García, J. (2011). *Clusters. Competir colaborando*. Oleiros: Netbiblo.
- Garud, R. e Karnøe, P. (2003). Bricolage versus breakthrough: Distributed and embedded agency in technology entrepreneurship. *Research Policy*, 32 (2), 760-774.
- Georghiou, L., Edler, J., Uyarra, E. e Yeow, J. (2014). Policy instruments for public procurement of innovation: Choice, design and assessment. *Technological Forecasting and Social Change*, 86 (6), 1-12.
- Gereffi, G., Humphrey, J. e Sturgeon, T. (2005). The governance of global value chains. *Review of International Political Economy*, 12 (1), 78-104.
- Gilsing, V., Bekkers, R., Bodas, M.I. e Steen, M. (2011). Differences in technology transfer between science-based and development-based industries: Transfer mechanisms and barriers. *Technovation*, 31 (12), 638-647.
- Gopalakrishnan, S. e Santoro, M. (2004). Distinguishing between knowledge transfer and technology transfer activities: The role of key organizational factors. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 51 (1), 57-69.
- Gregersen, B. (1992). The public sector as a pacer in national systems. En B. Lundvall, *National systems of innovation. Toward a theory of innovation and interactive learning* (pp. 133-150). London: Pinter.
- Gregersen, B. e Johnson, B. (2008). A policy learning perspective on developing sustainable energy technologies. *IV Globelics Conference*. México.
- GWEC (2014). *Global wind report. Annual market update 2013*. Bruselas: Global Wind Energy Council.

- Hausman, R. e Rodrik, D. (2003). Economic development as self-discovery. *Journal of Development Economics*, 72 (2), 603-633.
- Heymann, M. (1998). Signs of hubris: The shapping of wind technology styles in Germany, Denmark and the United States, 1940-1990. *Technology and Culture*, 39 (4), 641-670.
- Ho, L., Dickinson, N. e Chan, G. (2010). Green procurement in the Asian public sector and the Hong Kong private sector. *Natural Resource Forum*, 34 (1), 24-38.
- Hub North (2013). Resilient communities, connected companies, smart leaders. Engineering the green economy. Aalborg: Hub North.
- Humphrey, J. e Schmitz, H. (2002). How does insertion in global value chains affect upgrading in industrial clusters? *Regional Studies*, 36 (2), 1017-1027.
- IDAE (2010). *Plan de Acción Nacional de Energías Renovables de España (PANER) 2011-2020*. Madrid: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- (2011). *Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020*. Madrid: Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía.
- IEA (2015). *Key world energy statistics*. París: International Energy Agency.
- IEA/IRENA (2016). *IEA/IRENA joint policies and measures database*. International Energy Agency/International Renewable Energy Agency. Disponible na web [maio 2016]: <http://www.iea.org/policiesandmeasures/renewableenergy/>
- Iglesias, G., Del Río, P. e Dopico, J. (2011). Policy analysis of authorisation procedures for wind energy deployment in Spain. *Energy Policy*, 39 (7), 4067-4076.
- Iizuka, M., Dantas, E. e Bodas, M.I. (2015): The diffusion of renewable energy technologies in the BRICS. En W. Naudé, A. Szirmai e N. Haraguchi, *Structural change and industrial development in the BRICS* (pp. 408-428). Oxford: Oxford University Press.

- IRENA (2015). *Renewable energy capacity statistics*. International Renewable Energy Agency. Disponible na web [xuño 2015]: <http://www.irena.org/Publications>
- Jacobs, J. (1969). *The economy of cities*. New York: Random House.
- Jacobsson, S. e Lauber, V. (2006). The politics and policy of energy system transformation - explaining the German diffusion of renewable energy technology. *Energy Policy*, 34, 256-276.
- Jay, S. (2011). Mobilising for marine wind energy in the United Kingdom. *Energy Policy*, 39, 4125-4133.
- Jiménez, J.C. (2011). Sector energético. En J.L. García e R. Myro, *Lecciones de economía española* (pp. 159-174). Madrid: Civitas.
- Justman, M. e Teubal, M. (2010). Technological infrastructure policy (TIP): Creating capabilities and building markets. En M. Teubal, D. Foray, M. Justman e E. Zuscovitch, *Technological infrastructure policy. An international perspective* (pp. 21-58). Dordrecht: Kluwer.
- Kirkegaard, J.F., Hanemann, T. e Wescher, L. (2009). *It should be a breeze: Harnessing the potential of open trade and investment flows in the wind energy industry*. Washington: World Resources Institute. Peterson Institute for International Economies.
- Klaassen, G., Miketa, A., Larsen, K. e Sundqvist, T. (2005). The impact of R&D on innovation for wind energy in Denmark, Germany and the United Kingdom. *Ecological Economics*, 54 (2-3), 227-240.
- Klagge, B., Liu, Z. e Campos, P. (2012). Constructing China's wind energy innovation system. *Energy Policy*, 50, 370-382.
- Kremic, T. (2003). Technology transfer: A contextual approach. *Journal of Technology Transfer*, 28 (2), 149-158.
- Kristinsson, K. e Rao, R. (2008). Interactive learning or technology transfer as a way to catch-up? Analysing the wind energy industry in Denmark and India. *Industry and Innovation*, 15 (3), 297-320.

- Krugman, P. (1991). Increasing returns and economic geography. *Journal of Political Economy*, 99, 483-499.
- Krugman, P. e Obstfeld, M. (2006). *Economía internacional. Teoría y política* (7ª ed.). Madrid: Pearson.
- Kuipers, B. e Steijn, B. (2014). Sustainable procurement in practice: Explaining the degree of Sustainable Procurement from an Organisational Perspective. En F. Decarolis e M. Frey, *Public procurement's place in the world* (pp. 37-62). Basingstoke: Palgrave.
- Lehr, U., Nitsch, J., Kratzat, M., Lutz, C. e Edler, D. (2008). Renewable energy and employment in Germany. *Energy Policy*, 36 (1), 108-117.
- Lema, R., Berger, A. e Schmitz, H. (2013). China's impact on the global wind power industry. *Journal of Current Chinese Affairs*, 42 (1), 37-69.
- Lema, R., Nordensvärd, J., Urban, F. e Lütkenhorst, W. (2014). *Innovation paths in wind power. Insights from Denmark and Germany*. Bonn: German Development Institute.
- Lewis, J. (2011). Building a national wind turbine industry: Experiences from China, India and South Korea. *International Journal of Technology and Globalisation*, 5 (3/4), 281-305.
- Lewis, J. e Wiser, R. (2007). Fostering a renewable energy technology industry: An international comparison of wind industry policy support mechanisms. *Energy Policy*, 35 (3), 1844-1857.
- Leydesdorff, L. e Etzkowitz, H. (1998). The triple helix as a model for innovation studies. *Science and Public Policy*, 25 (3), 195-203.
- Li, Y., Georghiou, L. e Rigby, J. (2015). Public procurement for innovation elements in the Chinese new energy vehicles program. En C. Edquist, N. Vonortas, J. Zabala-Iturriagoitia e J. Edler, *Public procurment for innovation* (pp. 179-208). Cheltenham: Edward Elgar.
- Lund, P. (2009). Effects of energy policy on industry expansion in renewable energy. *Renewable Energy*, 34 (1), 53-64.

- Lundvall, B.-Å (1992). *National Systems of Innovation. Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter.
- Lundvall, B.-Å., Johnson, B., Andersen, E.S. e Dalum, B. (2002). National systems of production, innovation and competence building. *Research Policy*, 31, 213-231.
- Malerba, F. (2005). Sectoral systems. How and why innovation differs across sectors. En J. Fagerberg, D. Mowery e R. Nelson, *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 380-406). Oxford: Oxford University Press.
- Manfred, A., Janser, M. e Lehmer, F. (2015). The hidden winners of renewable energy promotion: Insights into sector-specific wage differentials. *Energy Policy*, 86, 595-613.
- Markusen, A. (1996). Sticky places in slippery space: A typology of industrial districts. *Economic Geography*, 72 (3), 293-313.
- Markusen, J.R. e Venables, A.J. (2000). The theory of endowment, intra-industry and multinational trade. *Journal of International Economics*, 52 (2), 209-234.
- Marques, A., Marques, J., Fuinhas, J. e Pires, M. (2010). Motivations driving renewable energy in European countries: a panel data approach. *Energy Policy*, 38 (11), 6877-6885.
- Marshall, A. (1920). *Principles of economics*. London: MacMillan.
- Martínez, A., Bayod, A.A. e Pérez, M. (2002). La industria de la energía eólica en España. Tecnología y desarrollo regional endógeno. *Boletín Económico de ICE*, 2740, 19-29.
- McCrudden, C. (2004). Using public procurement to achieve social outcomes. *Natural Resources Forum*, 28 (4), 257-267.
- Megavind (2013). *The Danish wind power hub. Strategy for research, development and demonstration*. Copenhagen: Megavind.
- Menéndez, E. (2001). *Energías renovables, sustentabilidad y creación de empleo. Una economía impulsada por el sol* (2º ed.). Madrid: Catarata.

- Meyer, N. (2004). Renewable energy policy in Denmark. *Energy for Sustainable Development*, 8 (1), 25-35.
- Midttun, A. e Gautesen, K. (2007). Feed-in or certificates, competition or complementarity? Combining a static efficiency and a dynamic innovation perspective on the greening of the energy industry. *Energy Policy*, 35 (3), 1419-1422.
- Moreno, B. e López, A.J. (2008). Las energías renovables: Perspectivas e impacto sobre el empleo en Asturias. *Revista de Estudios Regionales*, 83, 177-183.
- Mowery, D. e Sampat, B. (2005). Universities in national innovation systems. En J. Fagerberg, D. Mowery e R. Nelson, *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 209-239). Oxford: Oxford University Press.
- Nash, H. (2009). The European Commission's sustainable consumption and production and sustainable industrial policy action plan. *Journal of Cleaner Production*, 17 (4), 496-498.
- Navigant Research (2014). *Supply chain assessment 2014 - Wind energy*. Chicago: Navigant Research.
- Neffke, F., Henning, M. e Boschma, R. (2011). How do regions diversify over time? Industry relatedness and the development of new growth paths in regions. *Economic Geography*, 87, 237-265.
- (2012). The impact of aging and technological relatedness on agglomeration externalities: a survival analysis. *Journal of Economic Geography*, 12, 485-517.
- Nelson, R.R. e Winter, S. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge (Massachusetts): Harvard University Press.
- OECD (2011). *Financing climate change action and boosting technology change: Key messages and recommendations from current OECD work*. Paris: OECD.

- Ortega, M., Del Río, P., Ruiz, P. e Thiel, C. (2015). Employment effects of renewable electricity deployment. A novel methodology. *Energy*, 91, 940-951.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13 (6), 343-373.
- (2005). Innovation processes. En J. Fagerberg, D. Mowery, e R. Nelson, *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 86-114). Oxford: Oxford University Press.
- Pedden, M. (2005). *Analysis: economic impacts of wind applications in rural communities*. NREL technical monitor.
- Pintor, J.M., Lera, F., García, J. e Faulín, J. (2006). Energía eólica y empleo: El caso de Navarra como paradigma. *Tribuna de Economía*, 829, 253-271.
- Polzin, F., Migendt, M., Täube, F. e Flotow, P. (2015). Public policy influence on renewable energy investments. A panel data study across OECD countries. *Energy Policy*, 80, 98-111.
- Porter, M. (1998). *On competition*. Boston: Harvard Business Press.
- Pueyo, A., García, R., Mendiluce, M. e Morales, D. (2011). The role of technology transfer for the development of a local wind component industry. *Energy Policy*, 39 (7), 4174-4283.
- Ragwitz, M., Held, A., Resch, G., Faber, T., Haas, R., Huber, C. e Heyder, B. (2009). *Assessment and optimisation of renewable energy support schemes in the European electricity market*. Karlsruhe: Optimization of Renewable Energy Support (OPTRES).
- Ringel, M. (2006). Fostering the use of renewable energies in the European Union: The race between feed-in tariffs and green certificates. *Renewable Energy*, 31 (1), 1-17.
- Rodrik, D. (2004). *Industrial policy for the twenty-first century*. Discussion Paper 4767 (pp. 1-57). Cambridge (MA): CEPR.
- Rolfstam, M. (2013). *Public procurement and innovation. The role of institutions*. Cheltenham: Edward Elgar.

- Saidur, R., Islam, M., Rahim, N. e Solangi, K. (2010). A review on global wind energy policy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14 (7), 1744-1762.
- Sánchez, M.C. (2006). O papel do sector público empresarial na innovación. A experiencia española no contexto privatizador do período 1980-2003. *Tese doutoral*. Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela.
- Schallenberg-Rodríguez, J. e Haas, R. (2012). Fixed feed-in tariffs versus premium: A review of the current Spanish system. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16 (1), 293-305.
- Sharma, A., Srivastava, J., Kumar, S. e Kumar, A. (2012). Wind energy status in India: A short review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16 (2), 1157-1164.
- Simmie, J. (2012). Path dependence and new technological path creation in the Danish wind power industry. *European Planning Studies*, 20 (5), 753-772.
- Simón, X., Montero, M., Giménez, E.L. e Castro, F. (2010). *Os plans eólicos empresariais no sector eólico galego. Unha análise do seu grado de desenvolvemento*. Vigo: Consello Social.
- Söderholm, P. (2008). The political economy of international green certificate markets. *Energy Policy*, 36, 2051-2062.
- Söderholm, P. e Klaassen, G. (2007). Wind power in Europe: A simultaneous innovation-diffusion model. *Environmental & Resource Economics*, 36 (2), 163-190.
- Sperling, K., Hvelplund, F. e Mathiesen, B. (2010). Evaluation of wind power planning in Denmark - Towards an integrated perspective. *Energy*, 35 (12), 5443-5454.
- Swofford, J. e Slattery, M. (2010). Public attitudes of wind energy in Texas: Local communities in close proximity to wind farms and their effect on decision-making. *Energy Policy*, 38 (5), 2508-2519.



- Taylor, V.T. (1998). Economic policy, MNE competitiveness and local content: An application of the Lecraw-Morrison framework. En J.H. Dunning, *Globalization, Trade and Foreign Direct Investment* (pp. 116-129). Oxford: Pergamon.
- Varela-Vázquez, P. (2016). Políticas de promoción de sectores eólicos periféricos. Estudio do sector eólico galego e os seus efectos económicos. *Tese doutoral*. Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela.
- Varela-Vázquez, P. e Sánchez-Carreira, M. (2015). Socioeconomic impact of wind energy on peripheral regions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, 982-990.
- (2016). Upgrading peripheral wind sectors. *Technology Analysis & Strategic Management*, 28 (10), 1152-1166.
- (2017). Estimation of the potential effects of offshore wind on the Spanish economy. *Renewable Energy*, 111, 815-824.
- (2017). El sector eólico español desde la perspectiva regional: principales características y tendencias. *Regional and Sectoral Economic Studies*, 17 (1), 117-128.
- Walker, H. e Brammer, S. (2009). Sustainable procurement in the United Kingdom public sector. *Supply Chain Management*, 14 (2), 128-137.
- Warren, C. e McFadyen, M. (2010). Does community ownership affect public attitudes to wind energy? A case study from south-west Scotland. *Land Use Policy*, 27 (2), 204-213.
- Wei, L. (1995). International technology transfer and development of technological capabilities: A theoretical framework. *Technology In Society*, 17 (1), 103-120.
- Wright, C. (2011). Export credit agencies and global energy: Promoting national exports in a changing world. *Global Policy*, 2, 133-143.

- Wüstenhagen, R., Wolsink, M. e Bürer, M. (2007). Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept. *Energy Policy*, 35 (5), 2683-2691.
- Ydersbond, I. e Korsnes, M. (2014). Wind power in China and in the EU: Comparative analysis of key political drivers. *Energy Procedia*, 58, 95-102.
- (2016). What drives investment in wind energy? A comparative study of China and the European Union. *Energy Research & Social Science*, 12, 50-61.

