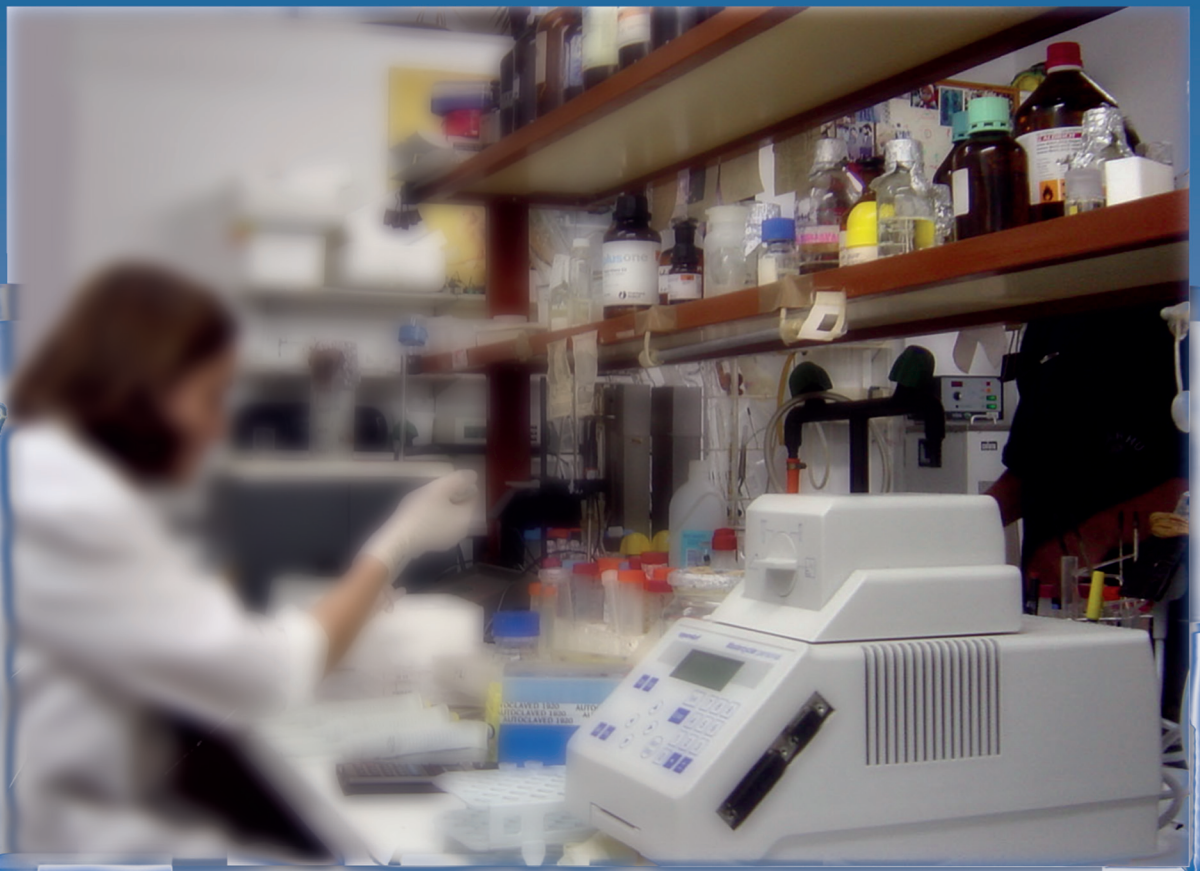


Innovación e emprendemento baseados nas ciencias

Baixo a coordinación de
Xavier Vence Deza
David Rodeiro Pazos



INNOVACIÓN E
EMPRENDEMIENTO BASEADOS
EN LAS CIENCIAS

INNOVACIÓN E EMPRENDEMENTO BASEADOS NAS CIENCIAS

Baixo a coordinación de
XAVIER VENCE DEZA
DAVID RODEIRO PAZOS

2015

UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



This work is under a Creative Commons BY-NC-SA 3.0 license.

Any form of reproduction, distribution, public communication or transformation of this work not included under the Creative Commons BY-NC-SA 3.0 license can only be carried out with the express authorization of the proprietors, save where otherwise provided by the law. You can access the full text of the license by clicking on the following link:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>



Esta obra se encuentra bajo una licencia Creative Commons BY-NC-SA 3.0.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra no incluida en la licencia Creative Commons BY-NC-SA 3.0 solo puede ser realizada con la autorización expresa de los titulares, salvo excepción prevista por la ley. Puede acceder Vd. al texto completo de la licencia haciendo clic en este enlace:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/legalcode.es>



Esta obra atópase baixo unha licenza Creative Commons BY-NC-SA 3.0.

Calquera forma de reprodución, distribución, comunicación pública ou transformación desta obra non incluída na licenza Creative Commons BY-NC-SA 3.0 só pode ser realizada coa autorización expresa dos titulares, agás excepción prevista pola lei. Pode acceder Vd. ao texto completo da licenza premendo nesta ligazón:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/legalcode.gl>

DOI: <http://dx.doi.org/10.15304/op.2015.830>

© Universidade de Santiago de Compostela, 2015

Diseño de cuberta

Idefonso Vidal Ocampo

Servizo de Publicacións e Intercambio Científico
da Universidade de Santiago de Compostela

Execución técnica

Ana Guerra Fidalgo

Maquetación

David Rodeiro Pazos

Edita

Servizo de Publicacións e Intercambio Científico
da Universidade de Santiago de Compostela

Campus Vida

15782 Santiago de Compostela

usc.es/publicacions

Os coordinadores desexan agradecer o apoio financeiro recibido por parte do Fondo Europeo de Desenvolvemento Rexional (FEDER) e da Xunta de Galicia (Axuda de consolidación e estruturación de unidades de investigación competitivas do SUG CN2011/041)

PRIMEIRA PARTE: EMPRENDIMIENTO INNOVADOR A TRAVÉS DAS UNIVERSIDADES1

CAPÍTULO 1. O EMPRENDIMIENTO DE BASE TECNOLÓXICA; CARACTERÍSTICAS DIFERENCIAIS. 2

1.1. Introducción.....	3
1.2. Concepto de empresas innovadoras e empresa de base tecnolóxica (EBT).....	3
1.3. Vantaxes do emprendemento tecnolóxico.....	6
1.4. A mostra e os datos.....	7
1.5. As iniciativas de base tecnolóxica: presenza e motivación	8
1.6. Perfil socioeconómico do emprendedor tecnolóxico.....	9
1.7. Caracterización das iniciativas emprendedoras	13
1.8. Factores psicosociais do emprendedor tecnolóxico.....	15
1.9. Conclusións	16
Bibliografía.....	17

CAPÍTULO 2. O DESENVOLVEMENTO DAS SPIN-OFFS UNIVERSITARIAS; OBSTÁCULOS E POLÍTICAS DE APOIO. 21

2.1. Introducción	22
2.2. A creación de spin-offs universitarias en España e o seu crecemento	23
2.3. Identificación de posibles barreiras ao desenvolvemento das spin-offs universitarias	27
2.3.1. Características dos emprendedores	28
2.3.2. Características da compañía.....	30
2.3.3. Características da contorna	32
2.4. Políticas de apoio ao crecemento das spin-offs universitarias	35
2.4.1. GRUPO A. Relacionadas coas características dos emprendedores.	35
2.4.2. GRUPO B: Relacionadas coas características da compañía.	36
2.4.3. GRUPO C. Relacionadas coas características da contorna.....	37
2.5. Conclusións e limitacións	38
Bibliografía.....	40

CAPÍTULO 3. A INDUSTRIA DO SOFTWARE EN COSTA RICA UN EXITOSO RESULTADO DESDE A UNIVERSIDADE PÚBLICA 45

3.1. Introducción	46
3.2. Sobre a interacción Universidade e Empresas, algúns elementos teóricos.	47
3.3. Orixes do sector do software en Costa Rica	48
3.4. Características da industria do software e das TIC, antes e despois da súa internacionalización.....	50
3.5. Desafíos e leccións aprendidas	54
Bibliografía.....	55

SEGUNDA PARTE 2: INNOVACIÓN E EMPRENDEMENTO NO ÁMBITO DAS CIENCIAS DA VIDA.....59

CAPÍTULO 4. MEDICON VALLEY: A EXPERIENCIA DUN BIOCLUSTER MADURO 60

4.1. Introducción.....	61
4.2. Políticas estratéxicas no sector biomédico	61
4.3. Medicon Valley: un biocluster maduro	64
4.4. Factores para a emerxencia do cluster	67
4.4.1. <i>Orixe e fortalezas do cluster</i>	67
4.4.2. <i>O papel das institucións no desenvolvemento do cluster</i>	68
4.4.3. <i>O papel das políticas de innovación no desenvolvemento do cluster</i>	70
4.5. A evolución recente do cluster e o impacto da crise	72
4.6. Valoración e implicacións para o deseño de políticas.....	76
Bibliografía.....	78

CAPÍTULO 5. A BIOMEDICINA EN GALICIA: SECTOR PRODUCTIVO E ACTIVIDADE INNOVADORA 83

5.1. Introducción	84
5.2. Biomedicina: definición e identificación do sector	84
5.3. Dimensión e estrutura do sector de biomedicina en Galicia	86
5.3.1. <i>Situación do sector galego no contexto español</i>	86
5.3.2. <i>Caracterización da actividade empresarial e emprego do sector biomédico en Galicia</i>	88
5.4. O comercio exterior de produtos sanitarios: Galicia no contexto español	97
5.4.1. <i>O comercio internacional de produtos sanitarios</i>	97
5.4.2. <i>As relacións intersectoriais do sector da saúde: unha aproximación a través da Táboa Input-Output de Galicia</i>	102
5.5. A actividade innovadora das empresas de biotecnoloxía de Galicia.....	104
5.6. Conclusións	107
Bibliografía.....	108

CAPÍTULO 6. CREATING CLEANTECH CLUSTERS - LESSONS FOR TRANSITION REGIONS 111

6.1. Introduction	112
6.2. Clusters and Eco-clusters as Forms of Complex Evolution	113
6.3. Strange Attractors: Some Living Examples	116
6.3.1. <i>Denmark: Collective Entrepreneurship in Eco-innovation</i>	116
6.3.1.1 <i>Enlightened and Innovative Green Public Procurement</i>	120
6.3.2 <i>Sweden's Regional Climate Change Strategies</i>	121
6.3.3 <i>California's Sustainable Development Policies: from Vehicle Emissions to Climate Change</i>	126
6.4. Policy Lessons	129
6.5. Conclusions and Recommendations	130
References	131

Prólogo

Este libro é froito do traballo desenvolvido dentro da Rede REPENSEI (Regulación, Estratexias e Políticas para a Emerxencia de Novos Sectores Innovadores). Esta rede esta formada por seis grupos de investigación da Universidade de Santiago de Compostela e conta coa colaboración do Instituto de Investigación Sanitaria de Santiago de Compostela. Configúrase como unha rede interdisciplinar que abrangue ramas como a economía, finanzas, dereito, políticas, xenómica e eco-innovación e que ten como principal obxectivo a investigación sobre os factores determinantes da emerxencia de novas actividades innovadoras e o deseño de estratexias que contribúan o nacemento de novos sectores, especialmente os baseados na ciencia.

En consonancia co obxectivo da rede o tema central tratado nesta obra é o emprendemento e a innovación con base nas ciencias. Nas últimas décadas o emprego da ciencia e a tecnoloxía como soporte da innovación e a súa aplicación no ámbito empresarial tense convertido non so un tópico a incluír nas axendas políticas se non unha área de actuación. En gran parte dos países e rexións as administracións públicas teñen articulado programas para aumentar a súa competitividade e produtividade a través de procesos de innovación con base na ciencia e a tecnoloxía.

Se revisamos a literatura neste ámbito de estudo comprobamos como moitos dos traballos sobre innovación e emprendemento téñense centrado en dúas grandes áreas. Por un lado, o papel das universidades como fonte de ideas e empresas innovadoras e, por outro, o das ciencias da vida como área de investigación con unha especial relevancia na xeración de produtos e empresas innovadoras que creen un alto valor engadido. Por iso, a idea central desta obra é ofrecer unha visión experta nestas dúas liñas por parte de académicos de diferentes universidades con estudos previos na área de emprendemento, as ciencias da saúde e desenvolvemento rexional, entre outros.

Dentro da primeira parte dedicada ao emprendemento innovador a través das universidades, recóllense traballos que analizan dende diversas perspectivas cal é a situación das empresas de base tecnolóxica e tamén das *spin-offs* universitarias, dous grupos de empresas que teñen centrado moita da atención e apoio por parte das administracións nas últimas décadas. O primeiro capítulo «O emprendemento de base tecnolóxica; características diferenciais» describe as principais características do emprendemento tecnolóxico en España en base ó perfil socioeconómico dos emprendedores, os factores psicosociais e a caracterización das iniciativas emprendedoras.

Pola súa parte, o capítulo titulado «O desenvolvemento das *spin-offs* universitarias; obstáculos e políticas de apoio» céntrase na análise das principais características das *spin-offs* españolas en base a tres ámbitos: os emprendedores, as características das propias empresas e a súa contorna. A partir da mesma móstranse algúns dos problemas que teñen este tipo de empresas como son a baixa formación empresarial dos seus fundadores, o reducido número de *spin-offs* que posúen algún tipo de propiedade intelectual e/ou a súa dificultade de conseguir recursos financeiros. Finalmente os autores propoñen unha serie de medidas para fomentar a creación de *spin-offs* viables económica e socialmente.

Por último, o traballo «A industria do software en Costa Rica un exitoso resultado desde a Universidade Pública» ofrécenos unha interpretación do nacemento, crecemento e desenvolvemento da industria do software e da Información e Comunicación en Costa Rica. Este é un caso de éxito na creación de unha industria de

alto valor engadido onde as competencias básicas nas universidades públicas e centros de excelencia xogan un papel crucial no desenvolvemento da masa crítica de coñecemento. Isto conxuntamente coas oportunidades de mercado e o fomento ao emprendemento do sector ten facilitado o desenvolvemento dun dinámico cluster de software que actualmente esta logrando a súa internacionalización.

Na segunda parte do libro preséntanse diversos traballos centrados na innovación e emprendemento no ámbito das ciencias da vida. O capítulo que leva por título «Medicon Valley: a experiencia dun biocluster maduro» analiza as políticas estratéxicas de innovación aplicadas para a emerxencia e desenvolvemento de este biocluster. As características específicas do mesmo, como o seu carácter binacional, a súa orixe baseada na industria farmacéutica, o predominio de políticas horizontais e o seu carácter sistémico converten o seu estudo en valioso. Mediante esta análise os autores obteñen unha serie de recomendacións para o deseño de políticas estratéxicas que permitan o seu desenvolvemento noutro país ou rexión.

Póla súa parte o traballo «A biomedicina en Galicia: Sector produtivo e actividade innovadora» presenta unha aproximación ás características e estratexias de desenvolvemento do sector produtivo relacionado coa actividade biomédica en Galicia. Pese ó baixo nivel de desenvolvemento, este sector vén amosando nos últimos anos un certo dinamismo empresarial nun entorno de crise. Desta forma, a análise deste sector empresarial convértese nun elemento necesario para a continuidade do desenvolvemento con éxito dun cluster biomédico en Galicia.

Por ultimo, inclúese o capítulo titulado «Creating Cleantech Clusters - Lessons for Transition Regions», se ben neste caso mantemos o idioma orixinal do traballo para tratar de manter o contido do mesmo intacto. O traballo elaborado por Philip Cooke, profesor da Universidade de Cardiff, céntrase nos procesos e prácticas que poden conducir á creación dun cluster de tecnoloxías limpas en rexións en transición. Nunha primeira parte do mesmo faise un repaso á importancia dos cluster e en particular aos eco-cluster como vías de desenvolvemento económico das rexións, tomando como base casos como o de Copenhagen ou California. Ademais, inclúense unha referencia as intervencións das administracións públicas nestes procesos e preséntanse unha serie de recomendacións de acordo os retos e oportunidades que ofrecen estas rexións.

David Rodeiro Pazos

Universidade de Santiago de Compostela

PRIMEIRA PARTE

**EMPREENDEMENTO
INNOVADOR A TRAVÉS DAS
UNIVERSIDADES**

CAPÍTULO 1. O EMPRENDEMENTO DE BASE TECNOLÓXICA; CARACTERÍSTICAS DIFERENCIAIS.

Guillermo Zapata Huamaní
Universidade de Santiago de Compostela
Departamento de Economía Financeira e Contabilidade
Avda. do Burgo, s/n., 15782 Santiago de Compostela
guillermo.zapata@usc.es, tfno: 981563100 ext. 11687.

Sara Fernández López
Universidade de Santiago de Compostela
Departamento de Economía Financeira e Contabilidade
Avda. do Burgo, s/n., 15782 Santiago de Compostela
sara.fernandez.lopez@usc.es, tfno: 981563100 ext. 11606.

Milagros Vivel Búa
Universidade de Santiago de Compostela
Departamento de Economía Financeira e Contabilidade
Avda. do Burgo, s/n., 15782 Santiago de Compostela
mila.vivel@usc.es, tfno: 981563100 ext. 11621.

Isabel Neira Gómez
Universidade de Santiago de Compostela
Departamento de Métodos Cuantitativos para a Economía e a Empresa
Avda. do Burgo, s/n., 15782 Santiago de Compostela
isabel.neira@usc.es, tfno: 981563100 ext. 11547.

David Rodeiro Pazos
Universidade de Santiago de Compostela
Departamento de Economía Financeira e Contabilidade
Avda. do Burgo, s/n., 15782 Santiago de Compostela
david.rodeiro@usc.es, tfno: 981563100 ext. 11585.

Resumo: A superación da actual recesión económica pasa necesariamente polo cambio a un novo modelo produtivo baseado no coñecemento e na innovación. Neste proceso, un dos principais protagonistas son as empresas innovadoras e en particular aquelas cuxa innovación se sustente nunha base tecnolóxica. Se é xeralmente aceptado que as empresas de nova creación contribúen a aumentar o emprego e impulsar o crecemento económico e o desenvolvemento social dun país, ás empresas de base tecnolóxica adóitaselles atribuír, en moitas ocasións, un maior potencial. Baixo este suposto, resulta crucial pescudar se existen factores diferenciais no proceso emprendedor de base tecnolóxica. Por iso é polo que o obxectivo deste traballo sexa analizar, para o caso español e dun modo exploratorio, as características diferenciais do «emprendedor tecnolóxico».

Palabras chave: Emprendemento tecnolóxico, Nova Empresa de Base Tecnolóxica (NEBT), emprendedor tecnolóxico, características persoais.

1.1. Introducción

O Consello de Lisboa (2000) estableceu como obxectivo estratéxico para a primeira década do século XXI que a Unión Europea se convertese nunha economía competitiva e dinámica baseada no coñecemento. A superación da actual recesión económica pasa necesariamente polo cambio a un novo modelo produtivo baseado no coñecemento e na innovación dado que, como xa estableceu Vannervar en 1945 no informe *Science: the Endless Frontier*, a investigación científica vinculada ao desenvolvemento tecnolóxico e ás empresas é a principal fonte de riqueza, progreso económico e competitividade. De feito, o investimento en I+D+i é un factor chave para entender a xeración e acumulación de coñecemento e capital tecnolóxico nunha economía (CDTI, 2009). En consecuencia, un dos principais protagonistas de todo este proceso son as empresas innovadoras e en particular aquelas cuxa innovación ten unha base tecnolóxica. Se é xeralmente aceptado que as empresas de nova creación contribúen a aumentar o emprego e impulsar o crecemento económico e o desenvolvemento social dun país, ás empresas de base tecnolóxica adóitaselles atribuír, en moitas ocasións, un potencial maior (Oakey, 1995).

Baixo o suposto de que o emprendemento de base tecnolóxica é importante para o crecemento económico dun país, é crucial pescudar se existen factores diferenciais neste proceso emprendedor. Por iso é polo que o obxectivo deste traballo sexa analizar, para o caso español e dun modo exploratorio, as características diferenciais do «emprendedor tecnolóxico».

Para iso, en primeiro lugar, defínese que se considera emprendemento de base tecnolóxica ou «emprendemento tecnolóxico», así como as súas principais vantaxes. A continuación descríbense os datos utilizados na nosa análise empírica. Seguidamente, cuantifícase o emprendemento tecnolóxico en España para pasar a describir as súas principais características diferenciais con respecto a tres aspectos: o perfil socioeconómico, os factores psicosociais do emprendedor tecnolóxico e a caracterización das iniciativas emprendedoras. Finalmente exporemos as principais conclusións obtidas, así como as recomendacións que se poidan extraer da análise realizada.

1.2. Concepto de empresas innovadoras e empresa de base tecnolóxica (EBT)

A literatura en non poucas ocasións emprega como sinónimos os conceptos de empresa innovadora e empresa de base tecnolóxica. Con todo, convén comezar matizando as diferenzas existentes entre ambas. De forma xenérica, as empresas innovadoras poden definirse como aquelas que introduciron unha innovación nun período de tempo concreto, xa sexa desenvolvida por elas mesmas, en colaboración con terceiros, ou comprada a outra empresa (OCDE, 2005).

Neste sentido, e desde unha perspectiva teórica, o Manual de Oslo enfocase na delimitación conceptual e metodolóxica da innovación a nivel de empresa nos sectores manufactureiro, primario e de servizos. Aínda que nas primeiras edicións (1992, 1997) só consideraba como innovación aquela que se producía en produtos e procesos, a última edición, correspondente ao ano 2005, inclúe as innovacións que se producen no ámbitos da comercialización e a organización, sobre todo, para considerar estas últimas, innovacións que non teñen unha natureza tecnolóxica. Desta forma, o Manual de Oslo define a innovación como «a introdución dun novo, ou significativamente mellorado, produto (ben ou servizo), dun proceso, dun novo método de comercialización ou dun

novo método organizativo, nas prácticas internas da empresa, a organización do lugar de traballo ou as relacións exteriores» (OCDE, 2005; p. 56).

Polo tanto, este marco conceptual pon de relevo que non poden identificarse as empresas innovadoras exclusivamente coas empresas de base tecnolóxica, posto que poden existir innovacións que non poden ser cualificadas como «tecnolóxicas». Concretamente, o Manual de Oslo establece que só as innovacións en produtos e procesos están estreitamente vinculadas cos conceptos de innovación tecnolóxica (OCDE, 2005)¹.

Pola súa banda, a definición pioneira de novas empresas de base tecnolóxica (NEBTs) foi realizada por Little (1977), quen, adoptando unha visión restritiva, describiunas como empresas independentes, menores de 25 anos e cuxa actividade principal é a explotación dalgunha invención ou innovación tecnolóxica que implique a asunción de riscos tecnolóxicos substanciais. Outra definición posterior, e tamén restritiva, é a de Sherman e Burrell (1988), quen consideran que as NEBTs son aquelas compañías novas e independentes que coa súa actividade establezan a aparición de novas industrias. Pola súa banda, Butchart (1987) establece que as empresas cualificadas como de «alta tecnoloxía» serán unicamente aquelas que, en relación con outras empresas, teñan uns gastos en investigación e desenvolvemento sobre vendas superiores á media, ou que dispoñan no seu persoal de traballadores de científicos e enxeñeiros máis cualificados.

As anteriores definicións poderían cualificarse como definicións estritas de EBT (Fariñas e López, 2006; Storey e Tether, 1998). En principio, segundo estas definicións, toda EBT podería ser considerada unha empresa que realiza innovación tecnolóxica. Agora ben, acoutar deste xeito o concepto de EBT limita demasiado o alcance conceptual e, polo tanto, non é adecuado para o desenvolvemento de investigacións empíricas.

En consecuencia, como sinalan Fariñas e López (2006), os estudos adoptan unha conceptualización máis ampla de EBT asumindo que unha empresa realiza unha actividade tecnolóxica sofisticada se opera nun sector de alta tecnoloxía. Polo tanto, dentro das definicións amplas de EBT enmarcaríanse aquela que fan referencia ao sector de actividade no que opera a empresa. Nesta liña, Storey e Tether (1998) atoparon diversos traballos que definen as EBTs como pequenas e novas empresas independentes que operan en sectores de alta e media-alta tecnoloxía. De feito, Gassler (1998) tamén as define como empresas independentes e novas no mercado, pero, a maiores, concreta que serán aquelas cuxa actividade se desenvolve nos sectores de alta tecnoloxía propostos pola OCDE.

Así, para poder clasificar os distintos sectores atendendo á súa tecnoloxía, a OCDE (1995) estudou, a partir da súa base de datos ANBERD (*Analytical Business Enterprises Research and Development Database*), a intensidade media de I+D dos grupos industriais de cinco díxitos, os códigos denominados WZ79. Devandito estudo

¹ Nesta liña, incluso o Manual de Oslo identifica unha nova modalidade de innovación denominada social, ademais da dicotomía tecnolóxica - non tecnolóxica. Desta forma, aínda que a innovación tecnolóxica e non tecnolóxica están estreitamente vinculadas á empresa e teñen unha orientación ao mercado, a innovación social estaría máis vinculada ao sector público en actividades sociais, culturais e artísticas, entre outras, e está orientada á mellora da calidade de vida da poboación. Como sinala Echevarría (2008), a consideración da innovación social supón un novo reto á hora de identificar e seleccionar un marco de indicadores adecuados para a innovación.

limitouse aos sectores manufactureiros ao non existir información relativa aos servizos, obténdose as categorías alta, media e baixa tecnoloxía, para os períodos 1970-1980 e 1980-1995. Posteriormente, a OCDE presentou no ano 2001 unha nova clasificación para o período 1991-1997 no que as intensidades directas de I+D calculábanse a partir de dúas medidas da produción, isto é, valor da produción e valor engadido.

A partir da clasificación proposta pola OCDE, Eurostat (1999) estableceu correspondencias cos sectores de NACE Rev. 1 (Nomenclatura de Actividades Económicas da Comunidade Europea). Centrándonos en España, o Instituto Nacional de Estatística (INE) elabora as súas estatísticas partindo da clasificación da OCDE correspondente ao ano 2001 e teñen en conta a recomendación de Eurostat de segmentar os sectores a tres díxitos de NACE (Táboa 1). Así, as súas publicacións caracterizan a alta tecnoloxía por unha rápida renovación de coñecementos, unha gran complexidade e a esixencia dun continuo esforzo en investigación e unha sólida base tecnolóxica. En concreto, para desenvolver o traballo estatístico recórrase a unha enumeración das ramas de actividade (enfoque por sectores) e dos produtos (enfoque por produtos) que se consideran de alta tecnoloxía.

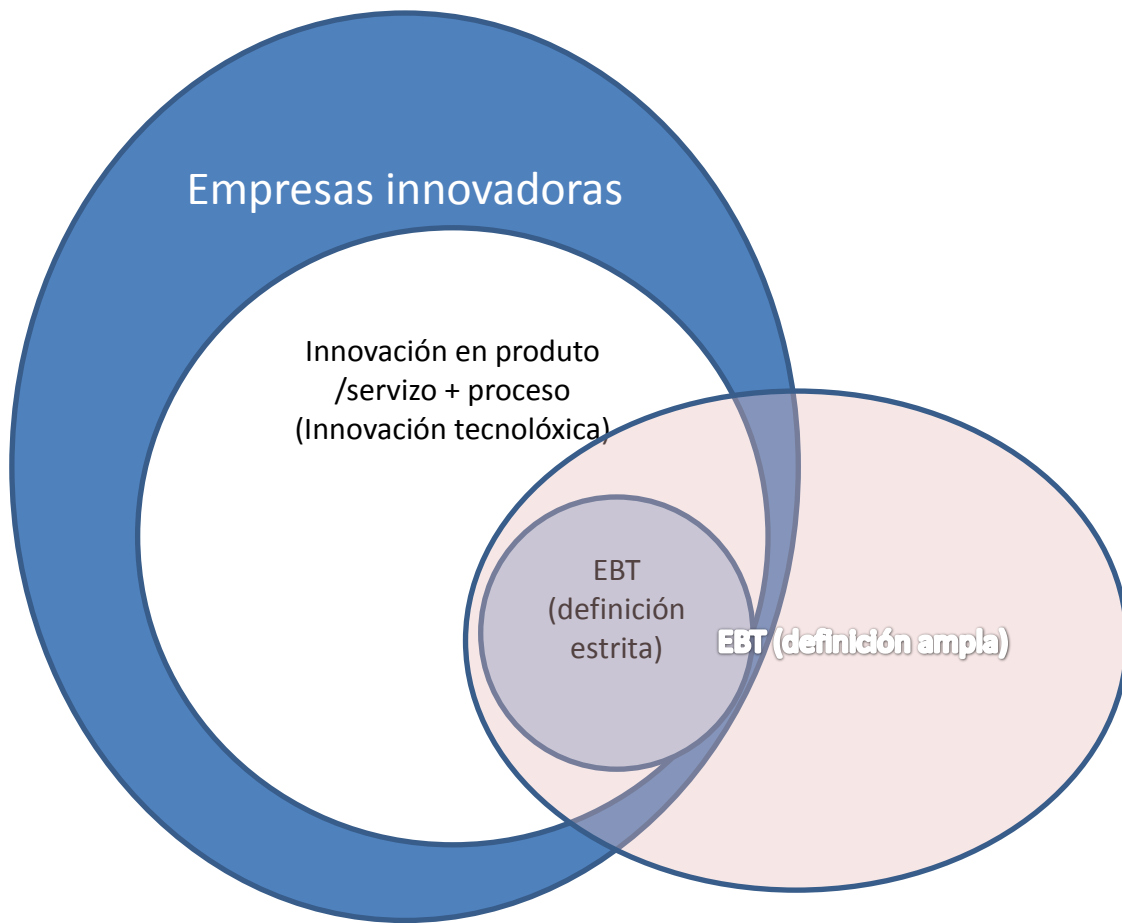
Táboa 1: Sectores de Alta e Media-Alta Tecnoloxía segundo o INE (CNAE-93 Sectores Rev. 1)

Sectores manufactureiros de tecnoloxía alta	
244	Industria farmacéutica
30	Maquinaria de oficina e material informático
321	Compoñentes electrónicos
32-321	Aparellos de radio, TV e comunicacións
33	Instrumentos médicos, de precisión, óptica e reloxaaría
35.3	Construción aeronáutica e espacial
Sectores manufactureiros de tecnoloxía media-alta	
24-244	Industria química excepto industria farmacéutica
29	Maquinaria e equipos
31	Maquinaria e aparellos eléctricos
34	Industria automóbil
35-353	Construción naval, ferroviaria, de motocicletas e bicicletas e doutro material de transporte
Servizos de alta tecnoloxía ou punta	
64	Correos e telecomunicacións
72	Actividades informáticas
73	Investigación e desenvolvemento

Fonte: INE (2010)

Polo tanto, cando se segue unha definición de EBT ampla ou baseada no sector de actividade, non necesariamente ten que existir unha coincidencia entre EBT e empresa que desenvolve innovación tecnolóxica, mesmo, nin sequera innovación (ver Gráfico 1).

Gráfico 1: Empresas innovadoras versus EBTS



En definitiva, non existe unha definición unívoca de EBT, de modo que a información e datos cos que se conta levan a que a conceptualización de NEBTs finalmente estea suxeita a datos estatísticos (CDTI, 2007). De feito, Fariñas e López (2006) indican que á marxe do criterio, amplo ou estrito, que se utilice deberán ser empresas de recente creación e propiedade independente. Neste traballo, seguimos unha definición ampla de NEBT ou de emprendemento tecnolóxico.

1.3. Vantaxes do emprendemento tecnolóxico

O coñecemento, a investigación e a innovación son de vital importancia para a competitividade da economía moderna así como para o benestar (OCDE, 2009). Así, as empresas intensivas en coñecemento e tecnoloxía non só inflúen a nivel global, favorecendo a creación de riqueza, senón tamén na súa contorna máis próxima, dinamizando o tecido industrial no que se atopan.

Neste sentido, e tras a revisión de numerosos traballos, Aspelund *et al.* (2005) conclúen que a aparición de NEBTs ten efectos positivos no desenvolvemento económico. Ditas empresas constitúen un verdadeiro motor para o crecemento da economía e do emprego e varios países europeos teñan tomado como referencia a experiencia de Estados Unidos á hora de establecer e fixar políticas neste sentido (Bower, 2003). Na mesma liña, Merino e Villar (2007) destacan a importancia das potencialidades que ten o I+D para o desenvolvemento da economía rexional. Ademais, Giovannetti *et al.* (2007) sinalan que as empresas de recente creación incrementan a presión competitiva sobre as xa establecidas, aumentando a eficiencia, e melloran a produtividade e a internacionalización, estimulando a innovación e a adopción de novas

tecnoloxías. Polo tanto, as EBTs son capaces de incorporar tecnoloxías punteiras, contribuíndo ao crecemento económico dos países e estimulando os sistemas nacionais de innovación a través da transferencia de coñecemento (CDTI, 2007). Potencian o tecido tecnolóxico e o desenvolvemento económico das rexións actuando como catalizador do cambio tecnolóxico (Palacios *et al.*, 2005). O desenvolvemento económico implica cambios no uso dos factores de produción, para iso o uso da tecnoloxía é elemental. As EBT participan activamente nestes cambios de nivel estrutural favorecendo o proceso de transición de actividades secundarias a terciarias e cuaternarias. (Gassler, 1998).

Agora ben, as NEBTs non só son unha fonte de emprego en sentido estrito (Gassler, 1998), senón que destacan porque este é de calidade. Neste sentido, Palacios *et al.* (2005) indican que o emprego xerado é de alta cualificación e achega valor engadido o sector industrial. Os centros públicos de investigación non poden ofrecer, polo xeral, un posto de traballo a todo o persoal de alta cualificación técnica que xeran. Por este motivo, as NEBTs constitúen unha boa alternativa laboral para estes profesionais, sendo o autoemprego a modalidade laboral escollida para o desenvolvemento profesional (Merino e Villar, 2007). De feito, aínda sendo modesta, a taxa de crecemento de emprego que representan este tipo de empresas é superior á doutras de recente creación (Storey e Tether, 1998). No caso particular de España, o CDTI (2009) constatou que o emprego aumentou nun 2% adicional cando a empresa incorreu en gastos de investigación e desenvolvemento nos anos 2005 e 2006.

Outro beneficio que pode atribuírse ás NEBTs é o seu alto potencial de crecemento e, como sinala Ventakaraman (2004), influíndo positivamente na súa contorna máis próxima e dinamizando o tecido industrial no que se sitúan. Neste sentido, o traballo de Almus e Nerlinger (1999) mostra que as maiores taxas de crecemento en Alemaña Occidental corresponden a estas empresas. De igual modo, Motohashi (2005) demostra que as empresas xaponesas máis novas e de menor tamaño son as que presentan maior produtividade nos investimentos en investigación e desenvolvemento e un crecemento máis elevado do valor engadido. Pola súa banda, en España, para os anos 2005 e 2006, as empresas innovadoras rexistraron un incremento adicional do 2% nas súas cifras de vendas, ademais de gozar dunha maior presenza en mercados internacionais (CDTI, 2009).

Outra vantaxe das NEBTs é o seu rol estratéxico como vehículos de transferencia tecnolóxica sendo esta un eixo de competitividade e benestar nas sociedades, que cada vez con maior forza vén demandando un papel principal no proceso de innovación (Merino e Villar, 2007). O vínculo Universidade-Empresa representa un punto crítico na creación, desenvolvemento e consolidación das NEBTs dado que moitas delas nacen en centros de investigación universitarios en forma de *spin-off*, materializando a transferencia tecnolóxica e estreitando a relación Universidade-Empresa (Palacios *et al.*, 2005). No fondo non é máis que a mellora substancial das relacións interinstitucionais de I+D (Merino e Villar, 2007) converténdose en fonte de innovación, promovendo o cambio tecnolóxico co desenvolvemento de novos produtos, técnicas ou servizos, ou mesmo estimulando ás empresas existentes a innovar (Gassler, 1998).

1.4. A mostra e os datos

Como xa se mencionou, o obxectivo deste traballo é analizar desde unha perspectiva descritiva as características diferenciais do «emprendedor tecnolóxico» en España. Para iso imos utilizar información facilitada pola enquisa correspondente ao

ano 2012 do *Global Entrepreneurship Monitor* (GEM), máis coñecido como Proxecto GEM.

O Proxecto GEM púxose en marcha para lograr a medición e caracterización da actividade emprendedora a nivel global; trátase dun observatorio de emprendemento ideado polos doutores Michael Hai e Bill Bygrave da *London Business School* e do *Babson College*, respectivamente, no ano 1997 e desenvolvido polo doutor Paul Reynolds no que á súa parte técnica refírese durante o primeiros sete anos.

O proxecto parte dunha enquisa á poboación adulta, na que se trata de determinar a intencionalidade emprendedora da poboación dos países e rexións obxecto de análises. Para caracterizar o emprendemento créase o Índice TEA (*Total Entrepreneurial Activity Index*) que mide a actitude emprendedora dun determinado territorio nas distintas etapas do proceso emprendedor identificadas pola metodoloxía GEM (potencial, incipiente e consolidado). Este indicador ofrece información sobre o espírito emprendedor da poboación, entendendo este non so dende o punto de vista mercantil e de creación de empresas, senón tamén dende o punto de vista de posta en marcha e xestión de iniciativas.

En particular, dentro do índice TEA pode diferenciarse o emprendemento que denominamos tecnolóxico grazas a que o cuestionario inclúe unha pregunta sobre o nivel tecnolóxico do sector no que se sitúan as iniciativas emprendidas. Neste sentido, dá opción de seleccionar entre as respostas «Sector de alta tecnoloxía», «Sector de media tecnoloxía» e finalmente «Sector non tecnolóxico ou de baixa tecnoloxía», seguindo dita clasificación a proposta pola OCDE. Neste traballo agrupamos como emprendemento tecnolóxico aquelas iniciativas que seleccionaron as dúas primeiras opcións, e o resto como emprendemento non tecnolóxico.

O traballo de campo da enquisa GEM 2012 realizouse entre os meses de Abril e Xullo de 2012 a unha mostra de 21.900 cidadáns con residencia en España e idades comprendidas entre os 18 e os 64 anos.

1.5. As iniciativas de base tecnolóxica: presenza e motivación

O índice TEA incipiente, que mide a porcentaxe da poboación con idades entre 18 e 64 anos involucrada nunha actividade emprendedora de recente creación (ata 42 meses de actividade) nos últimos 12 meses, alcanzou para España en 2012 un valor de 5,70%, cifra que, en número de individuos, correspóndese cunha estimación de 1.701.136 cidadáns involucrados nalgunha iniciativa empresarial incipiente. Pola súa banda, o TEA correspondente ás iniciativas situadas en sectores de media e alta tecnoloxía é relativamente baixo, pois representa o 0,57% de toda a poboación (Táboa 2).

Polo tanto, do total de iniciativas emprendedoras iniciadas en 2012 un 9,92% sería de base tecnolóxica. Esta porcentaxe é máis elevada que a identificada por Fariñas e López (2006) para 2004, segundo o cal, aproximadamente o 3% da poboación empresarial podería considerarse EBT. A razón desta diferenza podería deberse a que a súa base de datos parte de empresas con polo menos un asalariado, mentres que GEM considera tamén o emprego autónomo².

² Posteriormente, Fariñas e López (2006) aínda restrinxen máis a definición de EBT adoptando dúas definicións posibles, polo que reducen a presenza de EBTs na poboación empresarial española a porcentaxes iguais ou inferiores ao 0,3%. Un enfoque deste tipo non é posible en base aos datos que solicita o proxecto GEM.

Táboa 2: TEA atendendo ao seu nivel tecnolóxico

	2012	
	Nº	%
Emprendedor Tecnolóxico	168.787	0,57
Emprendedor Non Tecnolóxico	1.532.349	5,13
Emprendedor	1.701.136	5,70

Fonte: Elaboración propia a partir de GEM España 2013

En calquera caso, a baixa porcentaxe que representan as EBTs, non só en España senón tamén en Europa (Storey e Tether, 1998), é tema de preocupación dos axentes que buscan promover este tipo de emprendemento. Nesa tarefa, coñecer a súa principal motivación é importante co obxectivo de potenciala e detectar outros factores que determinen a súa posta en marcha. Segundo a metodoloxía GEM son tres as motivacións principais que se atopan implicadas na iniciativa empresarial: aproveitamento dunha oportunidade de negocio, necesidade ou carencia de alternativas profesionais e finalmente unha posición intermedia entre as dous anteriores.

Como mostra a Táboa 3, si ben a maioría de iniciativas emprendedoras no 2012 viñeron motivadas pola percepción dalgunha oportunidade de negocio (72,22%), cando esta análise se repite para o emprendemento de base tecnolóxica, a porcentaxe de iniciativas por oportunidade é superior nos emprendedores tecnolóxicos (83,06%) en relación aos emprendedores non tecnolóxicos (71,02%). Polo tanto, o emprendemento tecnolóxico constitúe a priori un emprendemento de maior calidade.

Táboa 3: Motivación para emprender (% de iniciativas emprendedoras atendendo ao seu nivel tecnolóxico)

	Emprendedor Non Tecnolóxico	Emprendedor Tecnolóxico	Emprendedor
Oportunidade	71,02	83,06	72,22
Necesidade	27,20	11,29	25,62
Outro motivo	1,78	5,65	2,16

Fonte: Elaboración propia a partir de GEM España 2013

1.6. Perfil socioeconómico do emprendedor tecnolóxico

Na presente sección descríbense os principais trazos socioeconómicos que caracterizan ao emprendedor e que aparecen resumidos na (Táboa 4). Na selección de tales características, aínda que se analizaron todos os aspectos utilizados na metodoloxía GEM, optouse por comentar só aqueles para os que existen diferenzas significativas ou porcentuais elevadas entre emprendedores tecnolóxicos e non tecnolóxicos.

Táboa 4: Perfil socioeconómico do emprendedor (% de iniciativas emprendedoras atendendo ao seu nivel tecnolóxico)

		Emprededor Non Tecnolóxico	Emprededor Tecnolóxico
Sexo*	Home	64,06	76,61
	Muller	35,94	23,39
Nivel de estudos*	Sen estudos	0,45	-
	Obrigatorios	22,82	4,03
	Bacharelato	12,40	8,06
	FP	25,43	29,03
	Universitarios	38,90	58,87
Posesión de formación específica para emprender	Si	51,56	53,23
	Non	47,20	46,77
	NS/NC	1,25	-
Emprendedores en función da renda	<20,000	40,05	31,17
	20,000 - 30,000	22,18	19,48
	>30,000	37,77	49,35
Entorno rural o urbano*	Rural	13,43	2,44
	Urbana	86,57	97,56
Inversor Informal*	Non	93,81	88,71
	Si	6,19	11,29

Nota: *Indica a existencia de diferenzas significativas na variable analizada entre emprendedores tecnolóxicos e non tecnolóxicos.

Fonte: Elaboración propia a partir de GEM España 2013

En xeral, en España a iniciativa emprendedora por parte das mulleres é inferior a dos homes, tal e como poñen de manifesto os informes que publica anualmente o Proxecto GEM. No emprendemento de base tecnolóxica a porcentaxe de iniciativas emprendedoras masculinas tamén é superior ao das iniciativas femininas. Así, as iniciativas emprendedoras impulsadas por homes no emprendemento cualificado como tecnolóxico e non tecnolóxico son do 76,61% e do 64,06% respectivamente, o que indica que a presenza masculina é máis forte no primeiro cunha diferenza significativa de máis de 10 puntos. Estes resultados coinciden cos atopados para Reino Unido por Westhead e Storey (1994) e Harvey (1994).

Segundo Rodríguez *et al.* (2013), esta menor presenza feminina no emprendemento é atribuída pola literatura a dous tipos de razóns. En primeiro lugar, atópanse as barreiras tradicionalmente asociadas ao emprendemento feminino que, ao centrarse no emprendemento tecnolóxico, agudízanse. En particular:

1. Os sectores de alta tecnoloxía, ademais de ter unha escasa presenza de liderado feminino, téñense caracterizado por ser sectores aos que atribúeselles un carácter individualista e competitivo (Mayer, 2008).
2. A motivación para constituír un negocio por parte das mulleres en maior parte vén motivada pola necesidade de buscar unha harmonía entre a vida laboral e

familiar, o que pode levar a que ditas iniciativas oriéntense a sectores que demanden unha dedicación menos intensa que o tecnolóxico (Ruiz *et al.*, 2012), onde as horas de traballo requiridas e o alto grao de flexibilidade pretendida entra en conflito coas responsabilidades familiares dos traballadores (Mayer, 2008).

3. A dificultade de acceso ao financiamento para os emprendementos promovidos polas mulleres, representa en si una das súas principais barreiras para levalos a cabo (Eurochambres, 2004), cobrando maior importancia en sectores con altas esixencias de investimento como os sectores tecnolóxicos (Ruiz *et al.*, 2012). Aínda que as entidades financeiras cando teñen que conceder financiamento identifican como menos rendibles aos sectores onde as mulleres constitúen habitualmente as súas actividades, dado que son sectores convencionais onde as marxes de beneficios son baixos, cando elas emprenden en sectores tradicionalmente masculinos novamente son consideradas debedores de maior risco xa sexa porque as entidades consideran que teñen pouca experiencia ou que a que teñen resulta escasa en sectores competitivos (Neergaard *et al.*, 2006).

Por outra parte podemos atopar outros factores de carácter específico do emprendemento feminino atendendo ao nivel tecnolóxico. A baixa inmersión das mulleres no emprendemento de carácter tecnolóxico adoita ter relación ademais coa súa presenza reducida en titulacións de onde emerxen maioritariamente este tipo de emprendementos. Sería o caso dos ensinamentos técnicos, onde adoitan nacer empresas en base ao desenvolvemento de novas tecnoloxías derivadas das actividades de investigación. A isto cabe engadir que a taxa de presentación de teses doutorais de mulleres é menor en comparación á dos homes (Vaquero *et al.*, 2011), situación que resulta crítica na promoción do emprendemento tecnolóxico na medida que moitas das empresas xeradas a partir das ciencias experimentais resultan ser o desenvolvemento de investigacións concibidas nas teses doutorais.

Detrás dos dous aspectos anteriores podería estar o maior temor ao fracaso por parte das mulleres. Hai algunhas décadas a presenza das mulleres en estudos universitarios era escasa e tendían a realizar estudos que por tradición eran femininos e que se percibían como de menos rigorosidade. Isto podería explicarse por unha potencial frustración que unha vez iniciado os seus estudos non podan culminalos. O que carrexaría actualmente a menor presenza das mulleres en carreiras técnicas caracterizadas por maiores taxas de abandono e fracaso, da mesma maneira en canto a realización das teses doutorais que ten a carga de conter unha maior incerteza sobre a súa culminación (Vivel *et al.*, 2011).

Así pois, atopamos que o emprendemento de base tecnolóxica ten o mesmo comportamento que o emprendemento en xeral con respecto á participación das mulleres, a cal se distingue polas súas menores porcentaxes de presenza. Mesmo en países onde as mulleres están a ter un aumento de participación no emprendemento tecnolóxico está a producirse unha nova segmentación dentro das mesmas, así as emprendedoras inician actividades no sector tecnolóxico en negocios tipificados para mulleres tales como servizos de consultaría e xestión, servizo de investigación, publicación de software ou servizos de deseño de sistemas, e non así nos sectores produtivos de alta tecnoloxía, tipificados para homes, onde a participación feminina esta novamente ausente (ver Mayer (2008) para o caso estadounidense).

Os emprendedores en España caracterízanse por ter un nivel de estudos alto. Pese a isto, existen diferenzas significativas neste aspecto entre os emprendedores

tecnolóxicos e os non tecnolóxicos. Nos primeiros, practicamente unha 60% conta con estudos universitarios, fronte a 40% dos non tecnolóxicos. Estes datos coinciden cos atopados directamente en Bélxica por Donkels (1989), Finlandia por Autio *et al.* (1989) e Reino Unido por Westhead e Storey (1994), onde o 80% dos fundadores das EBTs analizadas polos autores cursara estudos de educación superior. Resultados similares tamén poden inferirse para Francia, Irlanda e Suecia onde algunhas mostras de EBTs mostran como os seus fundadores estiveron ocupados anteriormente en institucións de educación superior (Storey e Tether, 1998). Polo tanto, estas cifras parecen indicar que o emprendemento tecnolóxico ten como plataforma os coñecementos técnico-científicos desenvolvidos por emprendedores con formación universitaria.

Para a posta en marcha dunha empresa de base tecnolóxica precísase a formación cualificada dos seus fundadores non só no ámbito da tecnoloxía que manexan, senón tamén no ámbito da xestión empresarial. Cando se analiza a disposición de formación específica para emprender, practicamente non existe diferenciación entre os emprendedores tecnolóxicos e non tecnolóxicos, pois pouco máis da metade considera que posúe coñecementos específicos para emprender. Este resultado, no caso dos emprendedores tecnolóxicos, coincide co perfil que lle asignan Palacios *et al.* (2005) e Merino e Villar (2007) ao describilos como persoal moi técnico onde os equipos humanos adoitan presentar unha alta cualificación científica xunto cunha acentuada carencia de formación nas áreas de xestión e comercialización dos seus produtos e/ou servizos. Este aspecto pode ter consecuencias directas na supervivencia das iniciativas empresariais postas en marcha. En particular, no caso do emprendemento de base tecnolóxico xurdido no ámbito universitario o fracaso pode atribuírse en numerosas ocasións a problemas co equipo xestor, xa que o desenvolvemento dun negocio difire en gran medida do dun laboratorio de investigación (Timmons, 1994).

Polo que respecta ao nivel de renda dos emprendedores, entre os tecnolóxicos aproximadamente un 50% ten niveis superiores a 30.000 euros anuais, o que, aínda non existindo diferenzas significativas, contrasta cos non tecnolóxicos, onde o 40% dos enquisados atópanse por debaixo dos 20.000 euros anuais³. Este resultado, que pode vir explicado en parte pola correlación que adoita existir entre educación e ingresos, non é comparable cos doutros traballos, posto que non atopamos estudos que analicen se existen diferenzas no citado aspecto.

Aínda que a ampla maioría de iniciativas emprendedoras postas en marcha en España lévanse a cabo principalmente en áreas urbanas. Existen diferenzas significativas de tal forma que só un 2,44% do emprendemento tecnolóxico ten lugar en contornas rurais fronte ao 13,43% do non tecnolóxico. Estes resultados coinciden de novo co que sucede na maioría de países europeos, onde a distribución de EBTs é similar á distribución da poboación e/ou das empresas en xeral, é dicir, concéntrase ao redor das principais áreas urbanas (Storey e Tether, 1998). Ademais, no caso das EBTs existe unha marcada tendencia a situarse xeograficamente formando clusters (Mayer, 2008). Isto débese a unha concentración dos medios físicos necesarios para o emprendemento tecnolóxico nas cidades, así como a unha maior proximidade a recursos humanos cunha alta cualificación, como a que se precisa neste tipo de empresas, e a

³ Cabe indicar que a variable nivel de renda está asociada a unha pregunta que no momento de recollida da información non todos os enquisados contestaran, polo que debemos indicar que hai que ser coidadosos se o que se quere é realizar unha análise comparativa.

infraestruturas científicas e tecnolóxicas, tales como institucións de educación superior, centros de investigación ou parques tecnolóxicos e científicos, que facilitan o fluxo de coñecementos e información con este tipo de empresas (Cooper e Folta, 2000; Feldman, 2001).

Aínda que, a presenza de emprendedores como investidores informais en iniciativas empresariais alleas á propia é moi reducida, en termos comparativos ofrece interesantes resultados con diferenzas significativas⁴. Así, os emprendedores tecnolóxicos que participan como investidores informais representan, en termos porcentuais e de forma comparada, aproximadamente o dobre con respecto aos non tecnolóxicos, cunha porcentaxe do 11,29% fronte ao 6,19% respectivamente. Este resultado pode atribuírse en parte a que os emprendedores tecnolóxicos asóciense a persoas «amantes do risco» (Storey e Tether, 1998), en relación ao resto de emprendedores e á poboación en xeral. A aversión ao risco é un variable determinante á hora de converterse en investidor (Laakso, 2010) de modo que canto menor sexa dita aversión, maior será a propensión do individuo a «apostar» o seu diñeiro en negocios promovidos por terceiros. De novo, este resultado non é comparable cos doutros traballos, posto que non atopamos estudos que analicen se existen diferenzas no citado aspecto.

1.7. Caracterización das iniciativas emprendedoras

Neste epígrafe caracterizarase o comportamento das actividades de emprendemento (ver Táboa 5) en base a aqueles aspectos nos que se atoparon diferenzas significativas ou porcentuais elevadas entre emprendedores tecnolóxicos e non tecnolóxicos. Con todo, non se puideron establecer comparacións cos resultados de traballos similares, dado que non temos atopado ningún estudo no ámbito do emprendemento tecnolóxico das características que se analizan a continuación.

No que respecta ao número de propietarios das iniciativas, aínda que as diferenzas porcentuais non son significativas, detéctase que a tendencia a emprender de forma individual (un propietario) é maioritaria no emprendedor non tecnolóxico (55,25%), mentres que o emprendedor tecnolóxico mostra unha maior propensión ao emprendemento conxunto (52,85%). Estes datos indican que os fundadores de negocios de base tecnolóxica precisan dun traballo en equipo en maior medida que os de carácter non tecnolóxico.

O número de traballadores é outra forma de medir a dimensión das iniciativas empresariais. Porén, os datos relativos a este ámbito teñen que interpretarse con precaución, xa que só un 50% aproximadamente dos emprendedores responde a esta cuestión na enquisa do proxecto GEM. En termos xerais, as iniciativas empresariais na súa maioría (máis do 50%) traballan sen empregados, aínda que esta proporción é maior no emprendemento tecnolóxico (un 70% de iniciativas). Estas cifras indicarían que a gran maioría de iniciativas postas en marcha, incluídas as de base tecnolóxica, responden o autoemprego.

⁴ Diferenzas significativas a un nivel do 10%.

Táboa 5: Caracterización das iniciativas emprendedoras (% de iniciativas emprendedoras atendendo ao seu nivel tecnolóxico)

		Emprendedor Non Tecnolóxico	Emprendedor Tecnolóxico
Número de propietarios	Un propietario	55,25	47,15
	Varios propietarios	44,75	52,85
Número de empregados	Sen empregados	55,60	69,01
	De 1 a 5	38,45	21,13
	De 6 a 19	5,05	9,86
	>=20	0,90	0,00
Evolución do número de empregados	Redución de traballadores	0,36	-
	Sen empregados	53,66	59,02
	Incremento de traballadores	45,98	40,98
Grado de innovación*	Non innovadora	60,18	40,32
	Parcialmente innovadora	22,04	27,42
	Totalmente innovadora	17,78	32,26
Uso da tecnoloxía*	Tecnoloxía antiga	69,66	56,45
	Tecnoloxía recente (1-5 anos)	18,06	29,03
	Tecnoloxía nova (menos dun 1 ano)	12,28	14,52
Nivel de competencia	Competencia	85,94	92,00
	Sen competencia	14,06	8,00
Nivel de expansión*	Con expansión	45,91	64,23
	Sen expansión	54,09	35,77

Nota: * Indica a existencia de diferenzas significativas na variable analizada entre emprendedores tecnolóxicos e non tecnolóxicos.

Fonte: Elaboración propia a partir de GEM España 2013

Tal e como se viu, a innovación é un concepto moi amplo que pode desenvolverse dentro de calquera función empresarial. Con todo, o cuestionario GEM fai referencia á innovación relacionada cos produtos ou servizos que ofrecen as iniciativas empresariais aos seus clientes. Polo tanto, estaría na liña de innovación tecnolóxica. Neste sentido, as iniciativas tecnolóxicas teñen un carácter maioritariamente innovador (un 60% de iniciativas), existindo diferenzas significativas neste ámbito con respecto ás iniciativas non tecnolóxicas (un 40%). É máis, o cuestionario proporciona información máis detallada en canto aos emprendedores innovadores. Nas iniciativas tecnolóxicas non só pesan máis as innovadoras, senón tamén as totalmente innovadoras (32,26% fronte a un 27,42% de innovación parcial)⁵. O que indica que as iniciativas empresariais de carácter tecnolóxico, ademais de ser innovadoras na súa maioría, propoñen innovacións de maior impacto ao ofrecer produtos ou servizos totalmente innovadores. Polo tanto, verificase que cando se utiliza unha definición ampla de EBT, como é o caso da nosa análise, non todas teñen que ser nin innovadoras nin innovadoras tecnolóxicas.

O uso das tecnoloxías recentes ou novas está estendido entre o 43,55% das iniciativas de base tecnolóxica, porcentaxe que supera ao 30,34% das iniciativas non

⁵ Neste aspecto, a enquisa ofrece como opción de resposta tres alternativas en canto á innovación do produto as cales son: «Nada innovador», «Innovación parcial» e «Innovación total» das cales se considera que son iniciativas innovadoras aquelas que contestaron as dúas últimas opcións e as demais como iniciativas non innovadoras.

tecnolóxicas, marcando diferenzas significativas entre ambos os tipos de emprendemento. Aínda así, a tecnoloxía usada polas iniciativas de carácter tecnolóxico é maioritariamente recente (1 a 5 anos) máis que nova (menos de 1 ano), un 29,03% fronte a un 14,52% respectivamente.

O nivel de competencia percibido polos emprendedores é elevado, especialmente no ámbito das iniciativas tecnolóxicas (un 92%). Estas cifras poderían vir explicadas polo feito de que os sectores de base tecnolóxica son percibidos como altamente competitivos (Mayer, 2008).

Finalmente, o emprendedor tecnolóxico presenta unha maior vocación de expansión (un 64,23% das iniciativas), que o non tecnolóxico. Agora ben, vendo en que forma están a pensar en levar a cabo a expansión, atopamos que a expansión máis típica no sector tecnolóxico ocorrerá sen facer uso das novas tecnoloxías (49,59%)

1.8. Factores psicosociais do emprendedor tecnolóxico

Finalmente, nesta sección descríbense os principais factores psicosociais que caracterizan ao emprendedor e onde se acharon diferenzas porcentuais e de significatividade importantes (Táboa 6). En particular, dividimos en dous grupos este tipo de indicadores; o primeiro enfocado a medir percepcións e actitudes que ten o emprendedor sobre si mesmo; e o segundo enfocado sobre as percepcións e actitudes do entorno social segundo o emprendedor.

Táboa 6: Factores psicosociais do emprendedor (% de iniciativas emprendedoras atendendo ao seu nivel tecnolóxico)

			Emprendedor Non Tecnolóxico	Emprendedor Tecnolóxico
Percepcións e actitudes intrapersonais	Posesión de capacidades/coñecementos, habilidades e experiencia para emprender*	Non	11,58	5,65
		Si	88,42	94,35
Percepcións e actitudes da contorna	Preferencia por unha sociedade competitiva*	Sociedade Competitiva	28,94	40,34
		Sociedade Non Competitiva	71,06	59,66
	Novo negocio como opción de carreira*	Non	38,35	50,82
		Si	61,65	49,18

Nota: * Indica a existencia de diferenzas significativas na variable analizada entre emprendedores tecnolóxicos e non tecnolóxicos.

Fonte: Elaboración propia a partir de GEM España 2013

Dentro das percepcións e actitudes intrapersonais destaca o feito de que os emprendedores tecnolóxicos perciben que contan con capacidades/coñecementos, habilidades e experiencia para emprender un novo negocio en maior medida que os non tecnolóxicos (un 94,35% fronte a un 88,42%), existindo diferenzas significativas. Estes datos poderían obedecer a unha maior confianza en si mesmos por parte dos emprendedores non tecnolóxicos, xa que cando se analizou o feito de se recibiran

formación específica para emprender, apenas existían diferenzas entre ambos os tipos de emprendedor.

Pola súa banda, o resto de percepcións e actitudes intrapersonais enquisadas polo informe GEM son tres: 1) o coñecemento persoal de persoas que iniciaron un negocio (nos dous últimos anos), 2) a percepción de oportunidades para levar a cabo un novo negocio, e 3) o temor ao fracaso. En ningún deles, reflectíronse diferenzas importantes en termos porcentuais nin de significatividade na análise comparativa entre os dous tipos de emprendedores. Así, en xeral en torno ao 65% dos emprendedores tecnolóxicos manifesta coñecer a persoas que iniciaron algún negocio, o 28% dos mesmos percibe oportunidades para levar a cabo unha nova iniciativa na súa área habitual de residencia, e o 33% considera que é o seu temor ao fracaso o que lle impide iniciar un negocio.

As percepcións e actitudes que ten a sociedade española cara ao emprendemento son importantes para os emprendedores na medida en que constitúen o seu marco referencial inicial e que determinan de forma directa o seu comportamento. Así, ante a cuestión para coñecer cal é a actitude da sociedade española cara a que todos teñan un nivel de vida similar (similar distribución da renda), os emprendedores tecnolóxicos perciben en maior medida que os non tecnolóxicos unha preferencia da poboación cara unha sociedade competitiva. Polo tanto, os promotores de iniciativas de carácter tecnolóxico teñen unha perspectiva da súa contorna de atribucións máis competitivas probablemente atribuible a que proceden de ámbitos de formación e/ou laborais máis competitivos. A esta percepción pódesele asociar o desexo de diferenciación, aspecto, entre outros, que adoita impulsar o espírito competitivo, atributo destacado a nivel empresarial e que potencia as iniciativas innovadoras.

Menos da metade dos emprendedores tecnolóxicos considera que o emprendemento sexa visto pola sociedade española como opción profesional. Neste aspecto, existen diferenzas significativas coa percepción que manteñen os emprendedores non tecnolóxicos que, na súa maioría, teñen unha opinión contraria. Estas diferenzas cremos que obedecen a que o maior nivel educativo detectado nos emprendedores tecnolóxicos bríndalles un abano máis amplo de oportunidades laborais por conta allea. Esta visión provoca que na contorna do emprendedor tecnolóxico o emprendemento sexa considerado como unha opción secundaria.

Con respecto ao resto de indicadores de percepcións e actitudes da contorna do emprendedor segundo a súa opinión, identificamos dúas máis relativas á súa opinión acerca de se os emprendedores de éxito contan cun alto status e respecto e se os medios de comunicación públicos realizan unha boa cobertura dos novos negocios con éxito. En ningún deles, reflectíronse diferenzas importantes en termos porcentuais nin de significatividade na análise comparativa entre os dous tipos de emprendedores. Así, en xeral, atopamos que o 60% dos emprendedores tecnolóxicos considera que na súa contorna as persoas emprendedoras de éxito contan cun alto nivel de status e de respecto e un 56% considera que nos medios de comunicación públicos vese a miúdo historias de éxito de novos negocios.

1.9. Conclusións

O emprendemento cada vez está a tomar maior interese nos ámbitos gobernamentais e académicos debido aos efectos positivos de contribución ao desenvolvemento económico. Este interese tradúcese en políticas e programas gobernamentais orientados a promover e a dar formación específica para emprender co obxectivo de impulsar iniciativas empresariais de calidade onde as motivacións estean

vinculadas á percepción de oportunidades máis que a razóns de necesidade. Neste sentido, o emprendemento tecnolóxico responde nas últimas décadas a este perfil, sobre todo en países que contan cunha economía baseada na innovación (segundo clasificación da OCDE) como é o caso de España, onde potenciar as iniciativas empresariais baseadas en coñecementos tecno-científicos resulta de vital importancia para responder as necesidades que a súa economía demanda.

No presente documento levouse a cabo unha análise descritiva e comparativa dos factores diferenciais do emprendemento tecnolóxico baseado nos datos e información recollida polo proxecto GEM para España en 2012. A partir dos resultados atopados, detéctanse certas particularidades do emprendemento de base tecnolóxica que axuda a definir o perfil diferenciado do seu emprendedor.

Así, as iniciativas de base tecnolóxica representan en España para o 2012 o 0,57% da poboación con idades de entre 18 a 64 anos e veñen motivadas pola percepción de oportunidades (un 83,06% dos casos) en maior medida que as iniciativas de tipo común. Polo tanto, constitúen a priori un emprendemento que no futuro mostrará unha maior calidade.

O perfil socioeconómico do emprendedor involucrado en iniciativas de base tecnolóxica coincide en maior medida que o dun emprendedor común co dun home, cun nivel de formación alto, principalmente universitario, e que desempeña as súas actividades en áreas urbanas. Ademais, tamén presenta unha maior participación no investimento informal en iniciativas emprendedoras alleas.

As actividades das iniciativas emprendedoras tecnolóxicas destácanse por ter un alto nivel de innovación onde o uso de última tecnoloxía non é maioritario pero si destaca con respecto ao emprendemento en xeral. A demais, contan con elevadas expectativas de expansión, aínda que o uso de novas tecnoloxías para levar a cabo este propósito non sexa a vía considerada para conseguilo.

En canto aos factores psicosociais, o emprendedor tecnolóxico mostra unha maior confianza en si mesmo ao considerar, en practicamente o 95% dos casos, que posúe capacidades e/ou coñecementos, habilidades e experiencia para emprender con éxito. Ademais, perciben que a sociedade española é unha sociedade competitiva onde, con todo, iniciar un novo negocio non é visto como unha opción de carreira.

Polo tanto, podemos concluír sinalando que existen factores diferenciais do emprendedor tecnolóxico con respecto ao emprendedor en xeral. Estes factores teñen que ser tidos en conta polos responsables e xestores que desde distintos organismos pretenden impulsar un emprendemento de calidade baseado nos sectores de base tecnolóxica.

Bibliografía

- Almus, M.; Nerlinger, E.A. (1999): Growth of new technology-based firms: Which factors matter?. *Small Business Economics*, 13(2), pp. 141-154.
- Aspelund, A.; Berg-Utby, T.; Skjevdal, R. (2005): "Initial resources' influence on new venture survival: A longitudinal study of new technology-based firms", *Technovation*, 25(11), pp. 1337-1347.
- Autio, E.; Kanerva, R.; Kaila, M.M.; Kauranen, I. (1989): "Uudet teknologiayritykset (New, Technology-Based Firms in Finland)", *SITRA Publication*, Series B 101, Helsinki.

- Bower, D.J. (2003): "Business model fashion and the academic spinout firm", *R&D Management*, 33(2), pp. 97-106.
- Butchart, R. (1987): "A new UK definition of high technology industries", *Economy Trends*, 400(Febrero), pp. 82-88.
- Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) (2007): "Nuevas empresas de base tecnológica: una revisión de la literatura reciente". <http://www.cdti.es/index.asp?MP=35&MS=0&MN=1&TR=A&IDR=120&idocumento=172&xtmc=&xtr=6>.
- Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) (2009): "Impacto de la I+D+i en el sector productivo español". <http://www.cdti.es/index.asp?MP=35&MS=0&MN=1&TR=A&IDR=120&idocumento=189&xtmc=&xtr=5>.
- Cooper, A.; Folta, T. (2000): "Entrepreneurship and high-technology clusters. In D. Sexton & H. Landstroem (Eds.)", *Handbook of entrepreneurship*, pp. 348-367, Oxford: Blackwell Publishers.
- Donckels, R. (1989): "Tech versus Common Starters, Comparison by means of 32 case studies", *Small Business Research Institute*, Brussels.
- Eurochambres (2004): "Women in business and in decision making. A survey of women entrepreneurs", Proyecto de investigación cofinanciado por la Comisión Europea, disponible en: <http://www.echwomennetwork.eu>.
- Eurostat (1999): "Répartition regionales de l'emploi dans les secteurs de Haute Technologie", Serie 'Statistiques en Bref'.
- Fariñas, J.C.; López, A. (2006): "Las empresas pequeñas de base tecnológica en España: Delimitación, evolución y características", Dirección General de la Política de la Pequeña y Mediana Empresa.
- Feldman, M. (2001): "The entrepreneurial event revisited: Firm formation in a regional context. *Industrial and Corporate Change*", 10(4), pp. 861-891.
- Gassler, H. (1998): "The regional variation of new technology based firms in Austria". ERSA conference papers.
- Giovannetti, G.; Ricchiuti, G.; Velucchi, M. (2007): "Size, innovation and internationalization: A survival analysis of Italian firms", Working Paper N. 07, Working Papers Series, Dipartimento di Scienze Economiche, Università degli Studi di Firenze (disponible en www.dse.unifi.it).
- Harvey, K.; (1994): "From Handicap to Nice Little Earner: A Study of Academic Spin-Off Enterprise"; Paper given at Manchester Business School Conference.
- Laakso, E. (2010): "Stock market participation and household characteristics in Europe", Master Thesis, Aalto University Library.
- Little, A.D. (1977): "New Technology Based Firms in the United Kingdom and the Federal Republic of Germany". London: Wilton House.
- Mayer, H. (2008): "Segmentation and Segregation Patterns of Women-Owned High-Tech Firms in Four Metropolitan Regions in the United States", *Regional Studies*, 42 (10), pp. 1357-1383.

- Merino, C.; Villar, L. (2007): “Factores de éxito en los procesos de creación de empresas de base tecnolóxica”, Universidad Autónoma de Madrid, España, pp. 147-167.
- Motohashi, K. (2005): “University-industry collaborations in Japan: The role of new technology-based firms in transforming the national innovation system”, *Research Policy*, 34(5), pp. 583-594.
- Neergadd, H.; Nielsen, K.T.; Kjeldsen, J.I. (2006): “State of the art of women’s entrepreneurship, access to financing and financing strategies in Denmark”, en Breush et al. (ed.): *Growth-oriented Women Entrepreneurs and Their Businesses: A Global Research Perspective*, Edward Elgar, Cheltenham, Reino Unido, pp. 88-111.
- Oakey, R.P. (1995): “High technology new firms: variable barriers to growth”, Paul Chapman Publishing, London.
- OCDE (1995): *Classification des secteurs et des produits de haute technologie*. OCDE, París.
- OCDE (2009): *Innovation in firms: A microeconomic perspective*. <http://browse.oecdbookshop.org/oecd/pdfs/browseit/9209011E.PDF>.
- OCDE/European Communities (2005): *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, 3 edición, OECD/EC.
- Palacios, M.; Del Val, T.; Casanueva, C. (2005): “Nuevas Empresas de base Tecnolóxica Y Business Angels”, *Revista madrimasd*, 31, septiembre.
- Rodríguez, M. J.; Fernández, S.; Rodeiro, D.; Vivel, M. (2013): “Emprendimiento tecnolóxico. ¿Una cuestión de género también en la universidad?”, *Jornadas Hispanolusas*, 7-9 febrero, Málaga.
- Ruiz, J.; Camelo, M.C.; Coduras, A. (2012): “Mujer y desafío emprendedor en España. Características y determinantes”, *Economía Industrial*, 383, pp. 13-22.
- Shearman, C.; Burrell, G. (1988): “New technology-based firms and the emergence of new industries: some employment implications”. *New Technology, Work and Employment*, 3 (2), pp. 87-99.
- Storey, D.J.; Tether, B.S. (1998): “New technology-based firms in the European Union: An introduction”. *Research Policy*, 26(9), pp. 933-946.
- Timmons, J. (1994): “New venture creation”. *Entrepreneurship for the 21st Century*. Boston, USA, Mc Graw Hill.
- Vivel, M.; Fernández, S.; Rodeiro, D. (2011): “El sistema universitario: ¿motor o freno del emprendimiento académico femenino?” en López, A. (coord.) (2011): *La mujer en la ingeniería*, Universidad de A Coruña - Servicio de Publicaciones, pp. 113-130.
- Westhead, P.; Storey, D.J. (1994): “An Assessment of Firms Located On and Off Science Parks in the United Kingdom”. HMSO, London.

CAPÍTULO 2. O DESENVOLVEMENTO DAS SPIN-OFFS UNIVERSITARIAS; OBSTÁCULOS E POLÍTICAS DE APOIO.

David Rodeiro Pazos
Universidade de Santiago de Compostela
Departamento de Economía Financeira e Contabilidade
Avda. do Burgo, s/n., 15782 Santiago de Compostela
david.rodeiro@usc.es

María Jesús Rodríguez Gulías
Universidade de Santiago de Compostela
Departamento de Economía Financeira e Contabilidade
Avda. do Burgo, s/n., 15782 Santiago de Compostela
mariajesus.rodriguez.gulias@usc.es

Sara Fernández López
Universidade de Santiago de Compostela
Departamento de Economía Financeira e Contabilidade
Avda. do Burgo, s/n., 15782 Santiago de Compostela
sara.fernandez.lopez@usc.es

Resumo: Na última década o número de *spin-offs* creadas dentro do sistema universitario español incrementouse considerablemente. Porén, a nivel internacional tense constatado que só un reducido número de elas convértese en grandes empresas mediante o desenvolvemento de novas tecnoloxías. Por iso, neste traballo analízanse as principais características das *spin-offs* españolas en tres ámbitos: os seus emprendedores, as características das propias empresas e da súa contorna. Froito desta análise comprobouse como algúns dos posibles problemas aos que se enfrontan estas empresas son a baixa formación empresarial dos seus fundadores, o reducido número de *spin-offs* que posúen algún tipo de propiedade intelectual e/ou a súa dificultade de conseguir recursos. A partir da identificación destes problemas propuxéronse unha serie de medidas concretas que poidan ser empregadas desde o ámbito das universidades e/ou as administracións públicas para fomentar a creación de *spin-offs* viables económica e socialmente.

Palabras chave: *spin-offs*, patentes, capital risco, transferencia de tecnoloxía, universidade.

2.1. Introducción

O concepto de *spin-off* fai referencia a un proxecto nado como extensión doutro anterior. No caso dunha empresa nova formada por membros dun centro de investigación ou unha Universidade utilízase a denominación *spin-off* universitaria, *university spin-off* na súa denominación en inglés.

A creación de empresas xurdidas nas universidades e que están baseadas no coñecemento é un elemento cruce da estratexia universitaria nos últimos anos. As administracións públicas apoian a creación deste tipo de compañías como unha vía de transferencia de tecnoloxía e coñecemento das institucións académicas á sociedade. As universidades constitúen un dos principais axentes dos sistemas de innovación e, nas últimas décadas mediante a incorporación desta nova función pasouse do concepto de Universidade Investigadora ao de Universidade Emprendedora, onde os resultados científicos e tecnolóxicos das investigacións deben ter un reflexo directo na sociedade.

As *spin-offs* universitarias xeralmente utilizan o coñecemento desenvolvido nas súas institucións de orixe para crear produtos e procesos innovadores. A investigación aplicada é a base das *spin-offs*. Desta forma contribúen ao desenvolvemento económico e social da rexión a través do desenvolvemento de novas tecnoloxías, a creación de emprego e riqueza e a capacidade de xerar un alto valor engadido na actividade económica.

Nas últimas décadas, de forma paralela ao desenvolvemento deste instrumento para a transferencia de tecnoloxía e ao aumento do número de empresas creadas, desenvolveuse un corpo teórico amplo neste ámbito. Habitualmente, a literatura existente destaca os aspectos positivos que ten a creación de *spin-offs* nas universidades, os investigadores/empreendedores e, de forma xeral, na sociedade. Con todo, tamén empezaron a aparecer voces críticas sobre a utilización desta ferramenta.

Nos últimos anos empezouse a constatar un problema a nivel internacional relacionado co modelo de creación de *spin-offs* universitarias. Recentes estudos indican que tal vez a creación de *spin-offs* non é a ferramenta máis apropiada para realizar a transferencia de tecnoloxía desde a universidade á sociedade debido ao baixo impacto destas empresas na economía (Calan, 2001). O informe *Fostering Entrepreneurship* (OCDE, 1998) foi un dos primeiros en sinalar que en moitos dos países as *spin-offs* universitarias tenden a permanecer nun tamaño relativamente pequeno sen obter crecemento. Dentro da Unión Europea a maioría das *spin-offs* non conta con máis de 10 empregados despois de seis anos de existencia (Mustar *et al.*, 2007). Segundo Lester (2005), as empresas *spin-off* son unha porcentaxe moi pequena (2-3%) da taxa total de novos negocios. Para o caso de EE.UU., Hughes (2007) tamén suxire que hai unha énfase excesiva na creación de *spin-offs* universitarias, que pode levar a universidades e administracións públicas a subestimar a utilización doutras vías de transferencia de tecnoloxía. De feito, Lambert (2003) pon de manifesto que un gran número de empresas de base tecnolóxica creadas no Reino Unido non terá éxito no longo prazo debido á súa baixa calidade. Así outros traballos como Chiesa e Piccaluga, (2000); Cardozo e Engleman (2004) ou Harrison e Leitch, (2005) tamén sinalaron o baixo crecemento das *spin-offs* universitarias.

Do mesmo xeito que sucede noutros países parece que en España unha porcentaxe elevada destas empresas non está a obter os resultados esperados. Aínda que, unha parte das mesmas conseguiu definir un modelo de negocio baseado na comercialización de bens ou servizos innovadores e poden ser consideradas auténticas

empresas, existe unha proporción considerable de *spin-offs* que non completou a transición dos resultados de investigación aos produtos comercialmente viables, o que nos leva a tratar de profundar nas causas subxacentes. Polo tanto, o obxectivo fundamental deste traballo é detectar os principais problemas que se atopan as *spin-offs* académicas co fin de propor unha serie de medidas que axuden a palialos.

Este traballo divídese en cinco apartados. Seguidamente a esta introdución, realízase un breve repaso á actividade de creación de *spin-offs* en España, analizando o número de empresas e algúns datos dispoñibles sobre o seu crecemento. No terceiro apartado, identifícanse tres posibles áreas e problemas que impiden un desenvolvemento sustentable deste tipo de empresas e analízase a situación actual en relación a cada un deles. A partir da análise anterior ofrécese unha serie de medidas e políticas a aplicar en relación a cada un dos problemas. Por último establécense as principais conclusións obtidas e identifícanse as limitacións para a realización deste traballo.

2.2. A creación de spin-offs universitarias en España e o seu crecemento

España é un exemplo máis do impulso que se deu á creación de *spin-offs* universitarias desde universidades e organismos públicos. A administración actuou como elemento vertebrador da tripla hélice (universidade - administración pública - empresa). Con todo, debemos sinalar que en España, o peso da I+D pública é moito maior que nos países de referencia onde a interacción empresa-universidade é máis forte.

Desde a administración central tratouse de adaptar o marco normativo que rexe o sistema público de investigación para potenciar a transferencia de tecnoloxía en xeral e á creación de empresas en particular. Así, a Lei Orgánica 6/2001, de 21 de decembro, de Universidades (LOU) xa no seu artigo primeiro indica que, entre as funcións da Universidade ao servizo da sociedade, atópase a difusión, a valorización e a transferencia de coñecemento ao servizo da cultura, da calidade de vida, e do desenvolvemento económico. Adicionalmente a citada lei, no seu artigo 41 g) puntualiza que o fomento da investigación científica e o desenvolvemento tecnolóxico terá, entre outros obxectivos, asegurar a vinculación entre a investigación universitaria e o sistema produtivo, como vía para articular a transferencia dos coñecementos xerados e a presenza da Universidade no proceso de innovación do sistema produtivo e das empresas, prestando especial atención á vinculación co sistema produtivo da súa contorna. Ademais, sinala, que esta vinculación poderá realizarse mediante a creación de empresas de base tecnolóxica a partir da actividade universitaria, en cuxas actividades poderá participar o persoal docente e investigador das Universidades no marco que establece o artigo 83 da LOU.

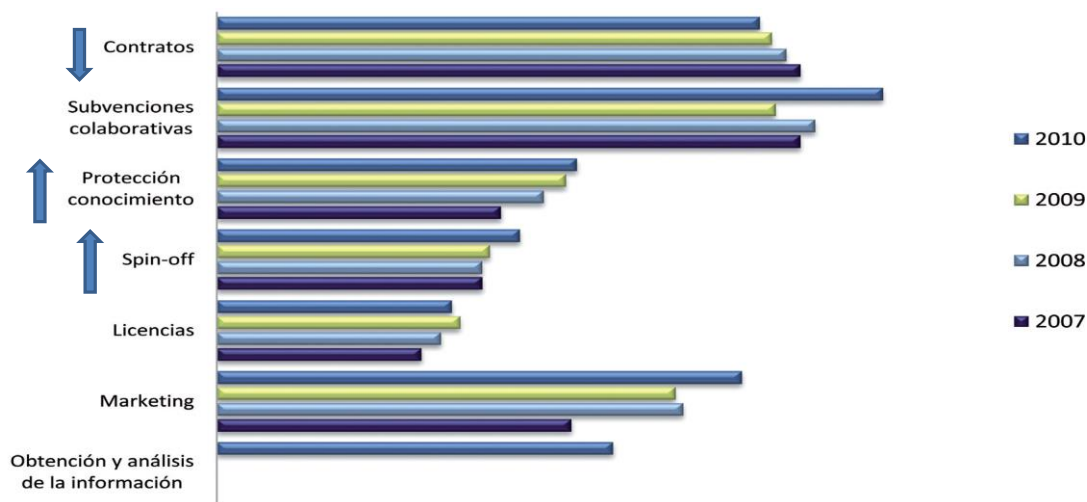
Na modificación que sobre a devandita lei opera a Lei Orgánica 4/2007, de 12 de abril, (LOMLOU) engádense dous novos apartados (3 e 4) ao citado artigo 41, establecéndose: que a transferencia do coñecemento é unha función das universidades, quen deben establecer os medios e instrumentos necesarios para facilitar a prestación deste servizo social por parte do persoal docente e investigador. Previde que o exercicio da devandita actividade por parte deste persoal dará dereito á avaliación dos seus resultados e ao recoñecemento dos méritos alcanzados, como criterio relevante para determinar a súa eficiencia no desenvolvemento da súa actividade profesional.

Na súa disposición adicional vixésimo cuarta a LOMLOU dá un forte impulso á transferencia de coñecemento vía creación de *spin-offs* ao eliminar as limitacións establecidas no artigo 12.1 (apartados b e d) da Lei 53/1984, de 26 de decembro, de

incompatibilidades do persoal ao servizo das Administracións públicas, anulando para os profesores e profesoras funcionarios dos corpos docentes universitarios as incompatibilidades cando participen en empresas de base tecnolóxica, promovidas pola súa universidade e participadas por esta ou por algún dos entes previstos no artigo 84 da Lei, creadas a partir de patentes ou de resultados xerados por proxectos de investigación realizados en universidades, sempre que exista un acordo explícito do Consello de Goberno da Universidade, previo informe do Consello Social, que permita a creación da devandita empresa. Deste xeito, os profesores e profesoras poden ter participacións nas *spin-offs* superiores ao 10% do capital social.

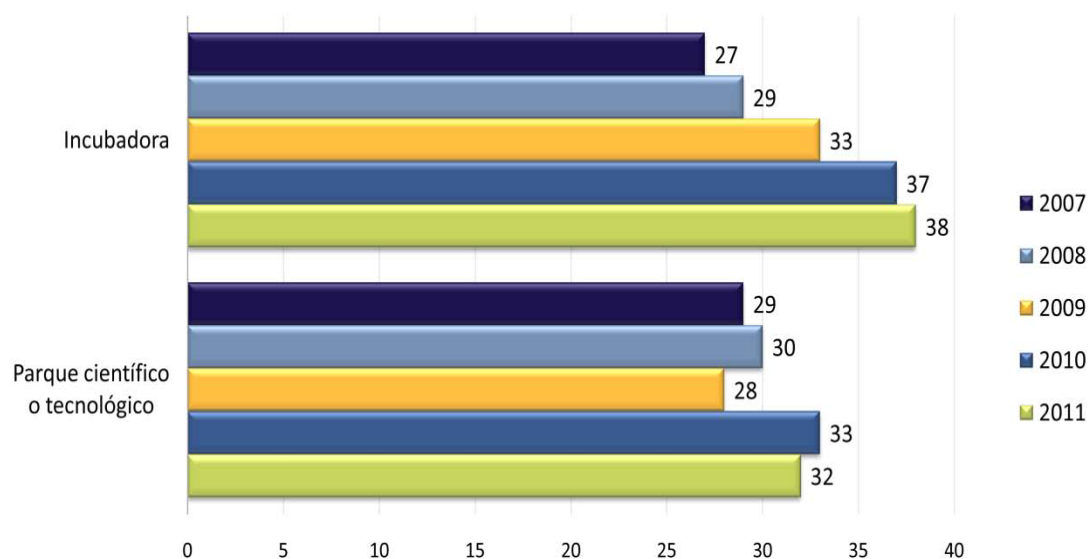
Desde as universidades tamén se colaborou coa mellora do proceso de transferencia de tecnoloxía. En particular, desenvolvéronse un gran número de programas e a maior parte de Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) participan neste tipo de actividades (un total de 51 OTRIs segundo o informe da Red OTRI, 2011). Ademais, o persoal da OTRI dedicado a estas funcións aumentou ano tras ano desde 2007 (Gráfico 2).

Gráfico 2. Recursos humanos da OTRI e funcións ás que se dedican



Fonte: Informe Red OTRI, 2011.

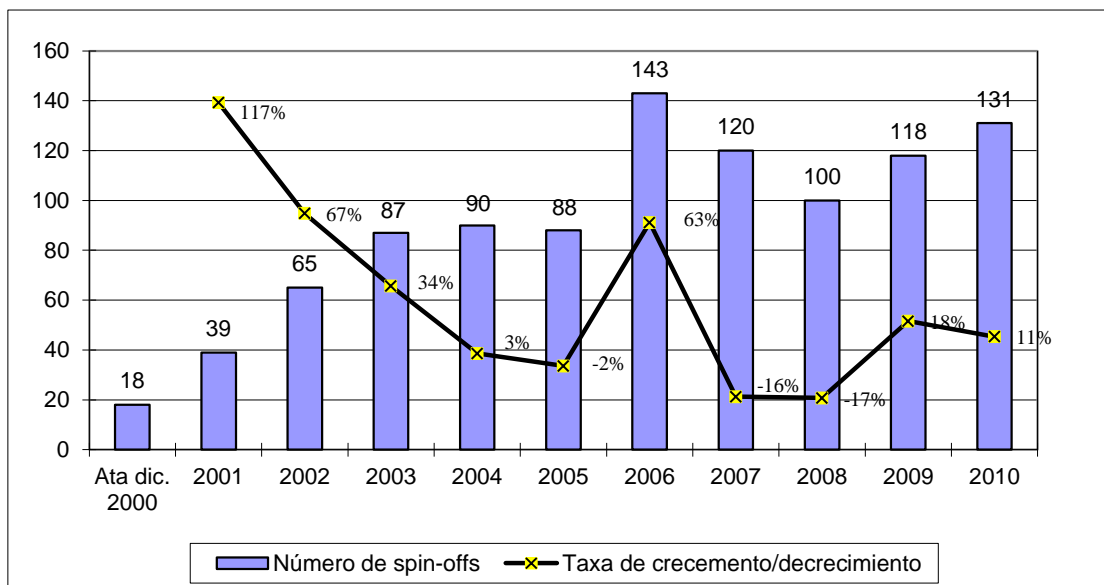
Desde as universidades, tanto individualmente como en colaboración con outras institucións, facilitóuselles tamén soporte en forma de incubadora ou parque tecnolóxico. Das 64 institucións que responderon á enquisa da Red OTRI en 2011 (un 94% do seu total de membros) 38 posúe unha incubadora e 32 un parque científico (Gráfico 3).

Gráfico 3. Infraestrutura física de apoio á transferencia de tecnoloxía

Fonte: Informe Red OTRI, 2011.

Polo tanto, pódese afirmar que a universidade española de hoxe ten firmemente asumido o seu compromiso co desenvolvemento da súa contorna desde o ámbito cultural ata o social e o económico, a denominada «terceira misión», da que a función transferencia de coñecemento é unha parte básica (Informe Red OTRI, 2008). Este papel que as universidades realizan principalmente a través das súas OTRIs foi reforzado recentemente no caso español. Así, a Lei 2/2011 de Economía sustentable, de 4 de Marzo, recolle no seu artigo 64 punto 3 que «as universidades poderán promover a creación de empresas innovadoras de base tecnolóxica, abertas á participación no seu capital social dun ou varios dos seus investigadores, ao obxecto de realizar a explotación económica de resultados de investigación e desenvolvemento obtidos por estes».

A potenciación desta vía de transferencia de tecnoloxía desde múltiples ámbitos tivo como resultado a creación dun número considerable de empresas. As *spin-offs* creadas en España pasaron de ser unicamente 18 ata o ano 2000, a unha media superior a cen no período 2006-2010, tal e como se observa no Gráfico 4 (Red OTRI, 2011).

Gráfico 4: Número de *spin-offs* universitarias creadas en España

Fonte: Informe Red OTRI, 2011.

Aínda así, o aumento do número de *spin-offs* creadas non se viu acompañado do crecemento das mesmas ou da creación dun mercado de investidores privados interesados nelas, elementos que están mutuamente relacionados. Diversos artigos mostran un nivel de produtividade e taxa de crecemento inferior nas *spin-offs* universitarias que no conxunto das *start-ups* (Ortín e Vendrell, 2010; Rodeiro *et al.* 2013).

O traballo de Rodeiro *et al.* (2013) utiliza unha mostra de 40 *spin-offs* xurdidas das universidades e 32 empresas nadas do CSIC, comparando os datos obtidos para as mesmas cos do informe «As Pemes españolas: Estrutura financeira e resultados» publicado por DGPYME (2008). Este último facilita datos de Pemes que non xurdiron de ningunha institución académica. Os resultados obtidos fan referencia ao período 2002-2006 e mostran que moitas das *spin-offs*, a pesar de que teñen taxas de crecemento do emprego positivas, tenden a permanecer cun tamaño relativamente pequeno e non logran xerar retornos positivos aos seus investidores.

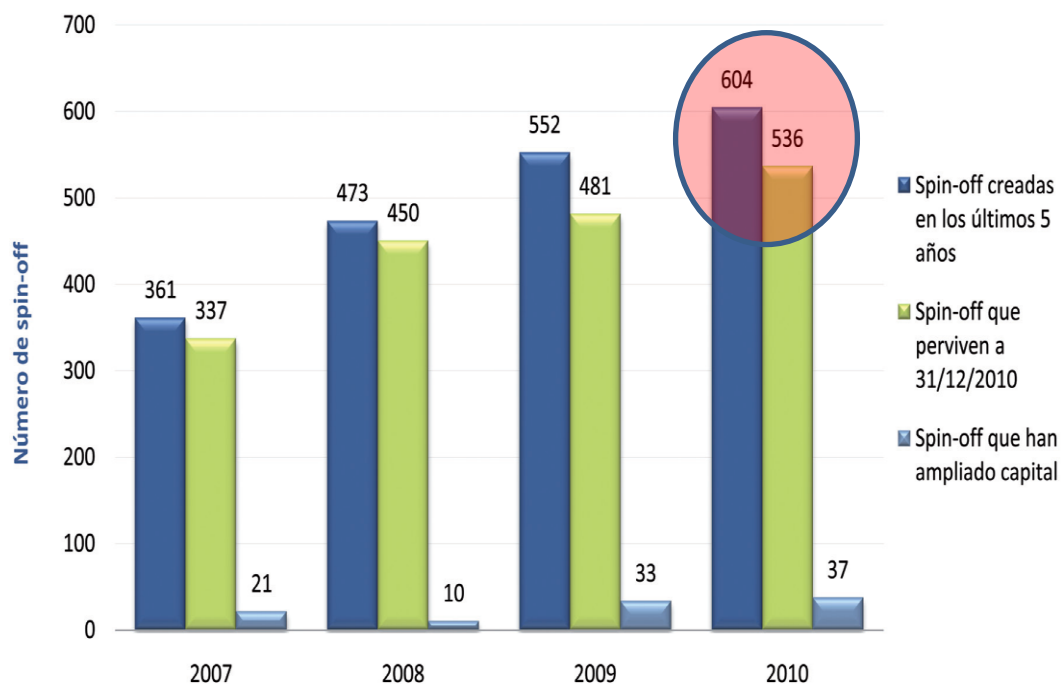
Pola súa banda o traballo de Ortín e Vendrell (2010) utiliza unha mostra de 104 *spin-offs* e unha mostra de control de 73 empresas de base tecnolóxica para o período 1994-2005. Os resultados obtidos neste caso mostran que nos primeiros anos de vida as empresas xurdidas das universidades teñen unha produtividade menor ao resto de empresas de base tecnolóxica usadas como mostra de control. Aínda que nos anos posteriores esta iguálase nos dous grupos de empresas necesitado tres anos para alcanzar o nivel do resto de empresas.

No traballo de Ortín *et al.* (2007) recóllese outro dato que pon de manifesto o menor crecemento das *spin-offs*. O número de traballadores no momento da creación destas empresas sitúase entre dous e tres de media (2,44 empregados fronte a 2,82 nunha mostra de control). Posteriormente, o número de traballadores medio alcanza un valor de 8,34 traballadores para as *spin-offs* e de 18,39 para a mostra de control.

O informe Red OTRI (2011) non ofrece directamente información sobre o nivel de crecemento das *spin-offs*, pero é posible extraer certas conclusións a partir da análise dalgún dos datos contidos no mesmo. En particular, compróbase que o número de

empresas que realizaron unha ampliación de capital é moi reducido. Aínda que, este non é un indicador directo do éxito destas empresas, si permite intuír que só algunhas alcanzaron grandes taxas de crecemento ou expanden as súas actividades a mercados internacionais dunha forma ampla, feitos que polo xeral requiren dunha ampliación de capital (Gráfico 5).

Gráfico 5: Spin-offs universitarias: ampliación de capital e supervivencia



Fonte: Informe Red OTRI, 2011.

Outra das conclusións que podemos extraer dos diferentes traballos existentes para o caso español e que coincide coa tendencia internacional é a baixa porcentaxe de *spin-offs* que fracasan ou desaparecen. Segundo os datos do Informe Red OTRI (2011) unicamente un 11% ata 2010. Pola súa banda, no traballo de Ortín *et al.* (2007) obteñen valores moi similares cun cociente de mortalidade do 8,5% notablemente inferior ao das empresas en xeral (40%). Porén, algúns resultados internacionais apuntan a que esta taxa de supervivencia non reflexa a verdadeira situación, xa que en ocasións, as *spin-offs* universitarias teñen a posibilidade de sobrevivir longos períodos de tempo presentando un crecemento reducido debido ao apoio de actores que están dispostos a proporcionarlles os recursos necesarios para que a empresa continúe o seu desenvolvemento (Ferguson e Olofsson, 2004), isto coñécese como o fenómeno dos «mortos viventes» (Hayter, 2010).

2.3. Identificación de posibles barreiras ao desenvolvemento das spin-offs universitarias

Os datos dispoñibles e os traballos realizados ata o momento para o caso español mostran que se empregaron unha serie de medidas desde as administracións públicas e universidades para fomentar a transferencia de tecnoloxía, e en particular a creación de *spin-offs* universitarias. Aínda que, isto viuse traducido nun aumento substancial do número de empresas, parecen manter en xeral uns reducidos niveis de crecemento. Situación que nos leva a tratar de identificar cales son as principais razóns polas que isto sucede. Dentro deste epígrafe centrarémonos nos posibles motivos sinalados por algúns

traballos previos como barreiras ao crecemento das *spin-offs*. Aínda que, o éxito no caso das *spin-offs* está determinado por múltiples factores, neste traballo centrámonos concretamente en tres aspectos: as características do emprendedor, da compañía e da contorna (Phan e Siegel, 2006).

A metodoloxía utilizada será a seguinte, en primeiro lugar realízase a revisión da literatura relativa a cada un destes factores para posteriormente mostrar os datos existentes ata o momento. De novo, a escaseza de datos é un dos principais *hándicaps* cos que nos atopamos, en calquera caso, tratarase de constatar se existen indicios de cales poden ser os problemas se están producindo para o caso español.

2.3.1. Características dos emprendedores

No caso das *spin-offs* as habilidades do emprendedor son máis importantes que noutras empresas, porque este é o inventor da tecnoloxía comercializada (Rodeiro *et al.*, 2012). Con todo, non existe unha visión unánime do efecto global sobre o éxito empresarial dos lazos do emprendedor académico coa compañía.

Algúns estudos consideran esencial a participación dos investigadores no éxito da nova empresa, de modo que canto máis forte e formal sexa a súa colaboración maiores serán as probabilidades de supervivencia. Así, Rothaermel e Thursby (2005) apoian este argumento en base ao carácter embrionario ou incipiente das tecnoloxías que constitúen o núcleo duro das *spin-offs* académicas e que normalmente requiren un desenvolvemento adicional para ser levadas ao mercado. Existe, testemuñan, unha necesidade real de colaboración dos investigadores para conseguir levar a tecnoloxía ao ámbito de uso práctico.

Contrariamente, outros traballos consideran que a implicación dos académicos na nova empresa pode ter un efecto negativo nos seus resultados, aludindo tanto á falta de capacidade emprendedora dos académicos, que é vista como un obstáculo para o éxito empresarial (Cantner e Goethner, 2011; Ortín *et al.*, 2007; 2008; Ortín e Vendrell, 2010), como á súa falta de experiencia no sector (Wennberg *et al.*, 2011; Zahra *et al.*, 2007). Así, a ausencia de persoas no equipo fundador da *spin-off* con múltiples capacidades (que posúan habilidades en diferentes áreas, incluídas, xestión e tecnoloxía) é un factor negativo sobre os resultados moi común nas *spin-off* de orixe universitaria (Ortín *et al.*, 2007, 2008). De forma análoga, a carencia de experiencia na industria é unha limitación importante. Así, Wennberg *et al.* (2011) suxiren que as experiencias previas dos fundadores en empresas privadas proporcionan unha bagaxe potencialmente máis valiosa para a comercialización de oportunidades de negocio que a experiencia na universidade, posto que o maior coñecemento do mercado permite satisfacer mellor as necesidades dos clientes, de modo que os resultados sexan máis vantaxosos.

Esta falta de habilidades de xestión dos emprendedores universitarios pode ter consecuencias directas como a mala coordinación do equipo de traballo, a falta de cumprimento dos prazos previstos no plan de negocio, a escasa orientación ao mercado das tecnoloxías e produtos creados, a presenza dunhas redes de contactos pequenas ou unha deficiente xestión empresarial; aspectos que poden provocar que moitas *spin-offs* non consigan grandes crecementos (Chiesa e Piccaluga, 2000; Harrison e Leitch, 2005; Lockett *et al.*, 2005). O fracaso destas empresas a miúdo é debido a problemas co equipo xestor, xa que o desenvolvemento dun negocio é moi diferente ao dun laboratorio de investigación (Timmons, 1994). Para mellorar a xestión empresarial será necesario posuír tanto *know how* como *know who* (Mustar, 1997).

Debemos destacar, por último, que aos problemas sinalados únense as presións de tempo e esixencias financeiras que impiden que o emprendedor realice unha aprendizaxe preparatoria previa.

Análise da situación

En xeral, os traballos realizados para o ámbito español teñen sinalado que un dos factores que limitan a creación e supervivencia das *spin-offs* universitarias é a falta de habilidades de xestión, que está relacionada coa falta de capacidade dos emprendedores para crear capital intelectual (Madrigal Torres, 2009; Rodeiro *et al.*, 2008, Rodeiro *et al.*, 2012). Nestas empresas, a pesar de que a capacidade tecnolóxica dos empresarios é alta, non adoitan ter capacidades suficientes de xestión (Ortín *et al.*, 2007). As posibles consecuencias directas desta brecha nas competencias de xestión do fundador son unha mala coordinación do traballo en equipo, a insuficiencia dos compromisos previstos no plan de negocios, a falta de enfoque adecuado ás necesidades do mercado ou a ausencia de redes competitivas. Todos estes son factores que condicionan o crecemento das *spin-offs* (Chiesa e Piccaluga, 2000; Harrison e Leitch, 2005).

Á hora de dispor de datos concretos atopámonos que non existen moitos traballos que analicen para o caso español as características do capital humano das *spin-offs*. Polo tanto, como marco de referencia da nosa análise, principalmente tomaremos como referencia os traballos de Rodeiro *et al.* (2008) e Ortín *et al.* (2007) que analizan un total de 72 e 70 *spin-offs* respectivamente, creadas nas universidades españolas (Cadro 1).

Cadro 1: Características xerais do capital humano nas *spin-offs* universitarias

	Ortín <i>et al.</i> (2007)	Rodeiro <i>et al.</i> (2008)
Número medio de empregados	8,34	8,01
% de inventores que tamén son fundadores da empresa	Non dispoñible	80%
Papel asumido polo inventor na empresa:	asesor/consultor	33%
	directivo	32%
	director xeral	17%
Nº medio de persoas que fundan a empresa	2,66	3,6
Idade media (anos)	39,2	33,8
% de doutores	20%	20%
% de empresas con algún fundador con experiencia empresarial previa no sector da <i>spin-off</i>	57,7%	59,7%
% de empresas con algún fundador con experiencia en creación de empresas previa	26%	32%
Principal motivo para fundar a empresa	Identificación oportunidade de negocio	Identificación oportunidade de negocio
Principal barreira ao crecemento	Acceso a recursos financeiros	Acceso a recursos financeiros

Fonte: Elaboración propia a partir de Ortín *et al.* (2007) e Rodeiro *et al.* (2008.)

Os fundadores de *spin-offs* universitarias son na súa maioría investigadores e adoitan mostrar unha elevada dotación de habilidades técnicas, pero non contan coa preparación necesaria no ámbito da xestión (Ortín *et al.*, 2007).

Un dos motivos desta situación é a falta de experiencia empresarial previa. Nun 60% das *spin-offs* universitarias atopouse que algún dos seus fundadores traballara en empresas do mesmo sector e un 46% fixérao en empresas doutros sectores. A porcentaxe de emprendedores con algunha experiencia previa na creación de empresas

foi do 32% (Rodeiro *et al.*, 2008). Pola súa banda, no traballo de Ortín *et al.* (2007) indicase que en máis dunha cuarta parte das empresas consideradas, algún dos emprendedores que contaba con experiencia en xestión de empresas creara unha empresa con anterioridade. Se analizamos estes datos en función do número de fundadores, comprobamos como un 44% non tiña ningún coñecemento en actividades de xestión e un 14% tíñanos unicamente a nivel teórico (Ortín *et al.*, 2007).

Estes datos contrastan cos recollidos por Ortín *et al.* (2007) para unha mostra de control de empresas de base tecnolóxica, na que un 90% dos fundadores creara unha empresa con anterioridade e tan só un 4% non tiña experiencia práctica en xestión.

2.3.2. *Características da compañía*

As características da propia empresa como idade, estrutura da propiedade, forma xurídica, tamaño, nivel de innovación ou sector no que operan son factores determinantes da evolución de todas as empresas e, polo tanto, tamén das *spin-offs*. Neste sentido, as empresas creadas na universidade presuponse que posúen un elevado nivel de innovación e que operan en sectores de alta tecnoloxía. Estas características facilitarán o crecemento futuro das *spin-offs* (Cantner e Goethner, 2011; Löfsten e Linderlöf, 2005; Leijpras, 2012).

O traballo de Ortín *et al.* (2007) presenta un modelo para explicar o crecemento no que se toma como variable independente a taxa de crecemento medio acumulativo anual no número de traballadores da empresa desde o momento da súa creación e, como variables explicativas inclúe características da empresa, características dos fundadores e políticas de xestión desenvolvidas ao longo da vida empresarial. De todas elas a que resulta estatisticamente significativa é o seu sector de actividade.

Outros traballos tamén sinalaron a importancia do sector onde opera a *spin-off* como determinante do seu nivel de crecemento. Así Salvador (2010), utilizando unha mostra composta por 397 compañías italianas, das cales 98 son *spin-offs* e 299 son *start-ups* comparables, sinala que os sectores de TIC e transporte obteñen mellores resultados que o biofarmacéutico. Aínda que outros autores como Spithoven e Knockaert (2011) non atoparon significativa a pertenza das empresas a diferentes sectores industriais.

En xeral, as *spin-offs* universitarias incorporan coñecemento creado ou adquirido polos seus fundadores nun contexto académico (*core technology*), que, dado que pode ser protexido ou de natureza tácita, tenderá a difundirse lentamente, dando á *spin-off* unha vantaxe competitiva que aumenta as súas probabilidades de éxito (Zhang, 2009; Rothaermel e Thursby, 2005). Ademais, tamén existe un tipo de coñecemento codificado que pode ser de gran utilidade para as *spin-offs*. Este último pode ser rexistrado mediante algún tipo de propiedade intelectual como por exemplo as patentes. As patentes poden mellorar a posición competitiva da empresa xa que, mediante a exclusión de competidores, permiten obter marxes de beneficio máis elevados e elevan os custos das empresas rivais. Este aspecto é especialmente relevante para as empresas de base tecnolóxica cuxa principal vantaxe radica na tecnoloxía que desenvolveron. Para conseguir sobrevivir necesitan un tempo de implantación no sector e no mercado, durante ese período a protección dos dereitos de propiedade intelectual é fundamental para evitar a imitación por parte de empresas de maior tradición (Nerkar e Shane, 2003; Wilbon, 2002).

Por outra banda, as patentes poderían actuar como un sinal da calidade dos activos intanxibles das empresas, especialmente naquelas de pequeno tamaño ou recente

creación, posto que se enfrontan a maiores niveis de incerteza acerca das súas perspectivas futuras de crecemento.

Agora ben, o efecto da *core technology* viría matizado polo seu grao de desenvolvemento. A existencia de solicitudes de patente podería sinalar que a tecnoloxía propiedade da empresa atópase nun estado incipiente ou pouco desenvolvido, implicando a necesidade de desenvolvementos adicionais para levala ao mercado e o consecuente risco de fracaso técnico. Neste sentido, o carácter embrionario da tecnoloxía atrasa a entrada ao mercado e o consecuente crecemento. O trámite de concesión de patentes implica un lapso temporal importante que podería facer chegar á tecnoloxía a un punto de desenvolvemento máis próximo ao mercado, podendo, segundo Bonardo *et al.* (2009), superar xa a fase máis arriscada do proceso de innovación. Deste xeito, as patentes concedidas equivalerían a unha tecnoloxía certamente máis madura.

Análise da situación

A procura de datos dirixiuse cara dous factores. Por unha banda, identificar o sector onde operan estas empresas e, por outra, coñecer se dispoñen dalgún tipo de propiedade industrial. De novo, atopamos grandes dificultades para obter información sobre estes aspectos tendo que recorrer outra vez ao traballo de Ortín *et al.* (2007) e Rodeiro *et al.* (2008). O Cadro 2 resume algúns dos principais datos obtidos

Cadro 2: Características das *spin-offs* universitarias relativas a sector, rexistros de propiedade industrial e orientación.

	Ortín <i>et al.</i> (2007)	Rodeiro <i>et al.</i> (2008)
Porcentaxe de empresas de base tecnolóxica	Non dispoñible	57%
Porcentaxe de empresas no sector	Informático	33%
	I+D	12,5%
	Biotechnoloxía	5%
Porcentaxe de empresas con patentes no momento da súa creación	12%	9,7%
Orientación da empresa ao produto	Non dispoñible	3,07*
Orientación da empresa ao servizo	Non dispoñible	4,32*
Coñecemento explotado codificado	Non dispoñible	2,71*
Coñecemento explotado tácito	Non dispoñible	3,83*

*Estes valores obtivéronse sobre un rango entre un e cinco

Fonte: elaboración propia a partir de Ortín *et al.* (2007) e Rodeiro *et al.* (2008)

En relación ao sector, tomando en consideración como sectores de alta e media-alta tecnoloxía os propostos polo Instituto Nacional de Estatística (INE), de acordo coas pautas fixadas pola OCDE (2001) o traballo de Rodeiro *et al.* (2008) indica que o 57% das *spin-offs* da mostra utilizada poden ser consideradas Empresas de Base Tecnolóxica. Se atendemos ao sector, a maior parte das empresas sitúase no sector da informática (hardware e software) cun 33% das empresas, mentres que un 5% sitúase no sector da biotechnoloxía. Estes datos están en consonancia cos de Ortín *et al.* (2007) onde de novo o sector da informática é o máis representado (54%), seguido de I+D (20%), químico (17%) e biotechnoloxía (9%).

Pola súa banda, en relación á propiedade intelectual comprobamos que, en primeiro lugar, a tecnoloxía desenvolvida nas universidades dispoñible para licenciar tende a ser embrionaria e require, frecuentemente, dun desenvolvemento adicional ou proba de concepto. Esta característica da tecnoloxía leva asociado un maior risco

técnico, que se traduce nun menor crecemento (Ortín e Vendrell, 2010). Ademais, a necesidade de desenvolvemento adicional supón un atraso na comercialización da tecnoloxía, o que implica a existencia dun *gap* temporal previo á obtención de ingresos (Zahra *et al.*, 2007).

Segundo o estudo de Rodeiro *et al.*, (2008) as *spin-offs* xurdidas das universidades españolas créanse principalmente en base a un coñecemento tácito e non codificado, sendo os coñecementos persoais dos emprendedores os que sustentan o posible desenvolvemento destas empresas. Neste estudo móstrase que unicamente o 15% das *spin-offs* posuían algún tipo de propiedade industrial no momento da súa fundación, aínda que só o 10% fai referencia a patentes, sendo o restante 5% marcas. A porcentaxe de empresas no momento de realización da enquisa con patentes sobe ao 14%. Mentres que o traballo de Ortín *et al.* (2007) sinala que un 12% das *spin-offs* ofrecen como produtos ou servizos da empresa os resultados dalgunha patente.

Pola súa banda, o informe Red OTRI (2011) sinala que unicamente 42 *spin-offs* sobre un total das 111 empresas creadas no ano 2011 recibiron licenza de tecnoloxía da universidade de orixe. Polo que, tendo en conta que nas institucións académicas o máis habitual é que a licenza faga referencia a unha patente, non parece que a maioría das *spin-offs* teñan como base da súa actividade algún tipo de rexistro da propiedade.

2.3.3. Características da contorna

A contorna en que operan as empresas e o seu diferente acceso aos recursos determinan a súa capacidade de crecemento. Entre outros moitos factores relativos á contorna podemos citar; a lexislación, a fiscalidade, as oportunidades de mercado, os efectos *spillovers* procedentes de actividades innovadoras debido á maior densidade de empresas, de individuos e de institucións públicas en determinadas zonas, os mercados financeiros e o acceso a diferentes fontes de financiamento. Se ben, en xeral, todas as características da contorna condicionan o modelo empresarial de crecemento empresarial. Dentro de todas elas, destacaremos dous factores; o apoio da universidade como institución de orixe e a necesidade de financiamento externo.

En relación ao primeiro, os vínculos con universidades ou parques científicos posibilitan o establecemento de redes, xa que estas institucións actúan como intermediarios entre a nova empresa e o exterior, permitindo ás empresas vinculadas conectarse con outros membros como poden ser provedores, institucións financeiras ou outras compañías (Schwartz, 2010; Cantner e Goethner, 2011; Löfsten e Lindelöf, 2002; Spithoven e Knockaert, 2011; Colombo e Delmastro, 2002; George *et al.*, 2002). Unha boa densidade de redes proporciona acceso a información que axuda ás empresas a superar os problemas derivados do desenvolvemento do negocio, tanto no ámbito técnico como de xestión. Así mesmo, ao establecer vínculos coa universidade, as empresas incrementan a súa experiencia no desenvolvemento e a organización de alianzas (George *et al.*, 2002). Os diferentes autores coinciden en esperar que exista un efecto positivo da creación de redes sobre os resultados da empresa vinculada.

Por outra banda, os vínculos coa universidade de orixe poden reportar á nova empresa beneficios de imaxe que, segundo Ferguson e Olofsson (2004) producen un efecto de sinalización onde os clientes e demais *stakeholders* perciben que a empresa está nunha posición máis vantaxosa. Estes «sinais» posibilitan que a empresa gañe reputación, prestixio e credibilidade ante os participantes no mercado (Schwartz, 2010; Cantner e Goethner, 2011; Amezcua, 2010; Löfsten e Lindelöf 2002), reducindo en

parte os problemas de información asimétrica (Bonardo *et al.*, 2009) e permitindo superar os problemas de ser novo no mercado (Amezcuca, 2010).

Ademais, a súa orixe universitaria pode abrir á empresa unha xanela cara tecnoloxías emerxentes e descubrimentos científicos (George *et al.*, 2002). Isto é así debido a que as universidades posúen coñecementos e tecnoloxías valiosas, susceptibles de transferir á empresa, pondo a disposición do sector produtivo unha carteira de novas tecnoloxías capaces de xerar produtos innovadores e que se podan comercializar.

O segundo factor, o acceso a fontes de financiamento adecuadas, é citado habitualmente na literatura como un dos aspectos determinantes do éxito destas empresas. Diversos traballos atoparon que o motivo polo que a maior parte das *spin-offs* non conseguen un elevado crecemento é que habitualmente necesitan obter financiamento externo para poder explotar as oportunidades de negocio detectadas, feito que converte o acceso ao capital nun dos aspectos máis relevantes do emprendemento universitario (Evans e Leighton 1989; Veciana, 2005). Este *gap* entre a demanda de recursos financeiros dos emprendedores e a dispoñibilidade de capital por parte dos investidores foi detectado en países como EE.UU. (Shane, 2004), Reino Unido (Bank of England, 2003) e de forma xeral en Europa (Comisión Europea, 2000), provocando un efecto directo na capacidade das empresas para levar a cabo o seu desenvolvemento (Brown e Uljin, 2004).

As *spin-offs* universitarias adoitan contar con máis dificultades para obter fondos, debido aos riscos propios das novas tecnoloxías que desenvolven, á limitada presenza de relacións externas e á falta de activos tanxibles para utilizar como garantía adicional (Augado *et al.*, 2002). En particular, as *spin-offs* académicas teñen maiores dificultades para conseguir recursos a longo prazo, que lles facilitarían máis tempo para desenvolver produtos que encaixen con necesidades do mercado específicas.

Análise da situación

A participación de investidores e socios industriais nos proxectos desenvolvidos nas universidades é un aspecto chave, xa que debido ao seu maior nivel de risco teñen grandes dificultades para o acceso a instrumentos tradicionalmente empregados como poden ser os préstamos bancarios. Ademais, a entrada de investidores industriais achega experiencia empresarial, complementando as capacidades do equipo emprendedor orixinal habitualmente composto por investigadores altamente especializados na súa área de coñecemento, pero con escasa ou nula formación nos aspectos comerciais e de xestión (Ortín *et al.*, 2007). Con todo, os datos obtidos respecto diso ata o momento non ofrecen unha imaxe positiva, xa que este tipo de investidores parece non estar a participar nas *spin-offs* e estas vense obrigadas a utilizar outro tipo de recursos. Os datos do Cadro 3 ofrécennos información sobre a estrutura financeira e os axentes implicados no financiamento das *spin-off* creadas en España.

Cadro 3: Características das *spin-offs* universitarias relativas ás fontes de financiamento

	Ortín <i>et al.</i> (2007)	Rodeiro <i>et al.</i> (2008)
Fondos achegados polos promotores	60%	Non dispoñible
Empresas con financiamento unicamente de promotores e 3Fs	30%	Non dispoñible
Importancia dos recursos propios na fundación	Non dispoñible	4,3*
Fondos achegados polas universidades	2,1%	
Importancia dos recursos achegados pola universidade na fundación	Non dispoñible	1,3*
Nivel de endebedamento medio	Non dispoñible	60%
Nivel de débeda a curto prazo	Non dispoñible	42%
Fondos achegados por Sociedades de Capital Risco	10%	Non dispoñible
Porcentaxe de <i>spin-offs</i> con relacións directas previas con investidores	Non dispoñible	9,7%
Porcentaxe dos axentes externos que son sociedades de capital risco	Non dispoñible	6,9%

*Estes valores obtivéronse sobre un rango entre un e cinco

Fonte: Elaboración propia a partir de Ortín *et al.* (2007) e Rodeiro *et al.* (2008)

En primeiro lugar, na liña do indicado na revisión teórica as *spin-offs* universitarias incluídas na mostra empregada por Rodeiro *et al.*, (2008) sinalan a falta de recursos financeiros como o principal problema co que se atopan tanto no momento da súa fundación como unha vez iniciada a súa actividade.

A fonte de financiamento máis empregada polas *spin-off* son os fondos que achegan os propios promotores. Segundo Ortín *et al.* (2007), esta cifra sitúase de media preto do 60% do pasivo total das empresas. De feito, en aproximadamente un terzo das empresas (31%) a única fonte de financiamento son os promotores e os seus familiares. En practicamente todas as *spin-offs* (90%) a achega do capital social necesario para a posta en marcha da empresa provén de achegas dos fundadores. O traballo de Rodeiro *et al.* (2008), sen ofrecer un valor concreto sobre este tipo de recursos, indica que os emprendedores apuntan os recursos persoais como a fonte máis importante para o financiamento da empresa (valorando cun 4,3 sobre cinco a súa importancia). En segundo lugar sitúan as achegas dos amigos e familiares cun valor de 1,9.

Outra das fontes utilizadas polas *spin-offs* son as entidades financeiras que achegan case o 22% do pasivo (Ortín, *et al.*, 2007). Pola súa banda, segundo o traballo de Rodeiro *et al.* (2008), o nivel de endebedamento medio é do 59%. Con todo, unha análise da estrutura de capital baseado unicamente na débeda total pode ocultar as importantes diferenzas que existen entre débeda a curto e a longo prazo (Barclay e Smith, 1999). Así, diferenciando a proporción que representan os recursos alleos a longo prazo e a curto prazo sobre o pasivo total, comprobamos como a maior parte do endebedamento das *spin-offs* é a curto prazo, cunha porcentaxe media sobre o total do pasivo do 44,4%, fronte ao 15,2% do endebedamento a longo prazo. Estes datos poden ser un signo da dificultade de acceso aos recursos a longo prazo.

O capital risco, tanto formal como informal, é unha das opcións máis adecuadas para as *spin-offs*. Este pode facilitar o crecemento das empresas nas que invisten, constituíndo unha alternativa ao financiamento bancario, que en ocasións pode non ter as capacidades necesarias para a análise de proxectos tan específicos como os das *spin-offs* universitarias. Adicionalmente, o capital risco achega un valor engadido mediante o

apoio na xestión e o asesoramento empresarial. Con todo, esta non parece ser unha fonte de financiamento habitual nas *spin-offs*. Segundo Ortín *et al.*, (2007) as empresas de capital risco achegan só o 10% dos recursos. Ademais, este tipo de axentes contan cunha baixa presenza no círculo de contactos dos fundadores das *spin-offs*, cunha porcentaxe inferior ao 10% das empresas (Rodeiro *et al.*, 2008).

O traballo de Ortín *et al.* (2007), que ofrece datos de empresas para unha mostra de control, indica que as diferenzas principais das *spin-offs* con esta mostra, residen en que nestas últimas as achegas das entidades financeiras e os provedores son substancialmente superiores, reducindo a achega realizada polos fundadores ao 44,6% e desaparecen practicamente o resto de fontes de financiamento.

Por último, en relación ás axudas recibidas o traballo de Ortín *et al.* (2007) constata que case o 40% das *spin-offs* afirmaba recibir algún tipo de axuda pública para o financiamento da empresa en forma de fondos. A extensión das axudas públicas neste ámbito é similar ao da mostra de control, e bastante superior á de empresarios xeral utilizada polo GEM (na que acceden un 14% das empresas).

2.4. Políticas de apoio ao crecemento das *spin-offs* universitarias

Neste epígrafe propónse unha serie de medidas concretas que poidan ser empregadas desde o ámbito das universidades e/ou as administracións públicas para fomentar a creación de *spin-offs* viables económica e socialmente.

2.4.1. GRUPO A. Relacionadas coas características dos emprendedores.

Este grupo de medidas están orientadas a mellora das habilidades empresariais.

a.1. Crear equipos multidisciplinares

A unión de persoas de diferentes disciplinas científicas para crear unha *spin-off* podería xerar sinerxías positivas. Esta medida é unha das posibles alternativas para solucionar a falta de habilidades empresariais dentro das *spin-offs*. Nestes grupos debe incluírse algún membro que teña capacidades de xestión, polo que, neste caso xogan un papel importante os licenciados en Administración e Dirección de Empresas. Aínda que, todos entendemos que a participación de empresarios con experiencia neste tipo de empresas é algo que facilita o seu desenvolvemento posterior, a súa inclusión nestes proxectos é algo complexo, xa que normalmente atópanse inmersos nas súas propias iniciativas. Unha posible alternativa, son os licenciados en Administración de Empresas ou estudantes de postgrao e master nestas especialidades.

a.2. Formación dos emprendedores

Os emprendedores ou posibles emprendedores deben contar cunha formación específica en xestión empresarial. Neste sentido debemos sinalar que a formación debe ser tanto previa á fundación, e non estamos a falar unicamente da creación dun plan de empresa, que é o habitual neste caso, como nos momentos posteriores. Aínda que esta non é unha medida nova, debemos mencionala xa que os emprendedores adoitan ter carencias en determinados aspectos, principalmente nos temas de xestión. Debido a que os emprendedores non adoitan ser moi proactivos á hora de asistir a este tipo de cursos, en gran medida debido á enorme carga de traballo que representa o funcionamento dunha empresa no seu día a día, estes cursos deben ser demandados previamente por eles mesmos, gratuítos e que teñan algún tipo de aplicación práctica na empresa.

a.3. Reunións e encontros con empresarios

Ademais debería fomentarse as reunións con empresarios xa establecidos que poñan en coñecemento dos futuros emprendedores cales son as cuestións máis importantes que se van a atopar no desenvolvemento dun proxecto empresarial. Un programa de visitas pode axudar aos emprendedores a comprobar persoalmente o que se está facendo en empresas xa establecidas. De especial interese resultaría se estas reunións se celebraran con empresarios de *spin-offs* universitarias cos que os futuros emprendedores se vexan identificados polas súas orixes comúns, podendo así compartir as dificultades que ten a «metamorfose» do investigador en empresario.

2.4.2. GRUPO B. *Relacionadas coas características da compañía.*

Pola súa parte este grupo de medidas teñen relación co nivel de tecnoloxía do sector e ca a propiedade industrial.

b.1. Diminuír o gap entre resultados de investigación e produtos comerciais

A necesidade apuntada de que a universidade reduza na medida do posible o *gap* entre os resultados de investigación que saen dos seus grupos de investigación e a súa concreción en bens e servizos con valor comercial implica a realización de medidas neste sentido, ben sexa «achegando» aos axentes industriais desde o sector empresarial ás actividades da universidade, ou ben «acelerando» os resultados de investigación para que se sitúen nun punto máis próximo á súa comercialización e, polo tanto, máis atractivo para os investidores e socios industriais. A identificación do formato comercial máis adecuado para valorizar un determinado resultado de investigación é un elemento chave do éxito da transferencia de tecnoloxía que non sempre pode ser realizada polo propio equipo de investigación. Desta maneira, a universidade pode tomar a iniciativa nesta fase mediante accións de aceleración que permitan madurar a idea de negocio nun período de tempo relativamente curto. Estender o uso de ferramentas de financiamento que faciliten a realización de «*proof of concept*» é unha cuestión básica para que as *spin-offs* poidan partir de tecnoloxías máis maduras.

b.2. Incrementar filtros para a selección e concesión de axudas.

Á vista da situación actual, onde non existe un gran número de *spin-offs* que lograsen elevadas taxas de crecemento, desde as universidades e administracións públicas deberían adoptarse políticas diferenciadas en función do «tipo de *spin-off*» que se pretende impulsar. Neste sentido, as universidades xa empezan a percibir os beneficios de imaxe que supón, máis que a creación dun gran número de empresas, a súa participación no nacemento daquelas cun gran potencial de crecemento.

Con iso, non queremos indicar que se eliminen os apoios á creación de empresas que *a priori* carezan dun elevado potencial de crecemento, por exemplo, empresas asociadas á prestación de determinados servizos de consultaría. O que aquí se sinala é que existen diferenzas significativas en función do coñecemento sobre os que se asintan as *spin-offs*. Isto é, naquelas que posúen coñecemento codificado predominan as empresas de base tecnolóxica, sendo estas as que necesitan ser apoiadas mediante mecanismos máis específicos, xa que as súas características e mercados tamén son diferentes ao resto de empresas baseadas principalmente en coñecemento tácito. Para iso, é necesario nunha primeira fase un proceso de selección rigoroso dos proxectos, co fin de achegar unha axuda especializada a aquelas *spin-offs* que realmente teñan un

verdadero potencial de expansión das súas actividades en mercados tanto nacionais como internacionais.

Neste sentido algunhas políticas máis específicas para mellorar a selección e concesión de axudas ás *spin-offs*, que poden ser aplicadas de forma xeral para axudar á ser sostibles son as seguintes:

- Establecer fitos comerciais a alcanzar. Para diminuír os problemas de carácter comercial é necesario marcar para un período de tempo determinado compromisos sobre cifra de vendas, acceso a mercados e/ou acordos de colaboración con terceiros no ámbito comercial.
- Establecer fitos produtivos a alcanzar. Para reducir os problemas relacionados con non dispor dun produto determinado, consideramos necesario marcar para un período de tempo determinado compromisos sobre patentes alcanzadas, produtos no mercado e/ou acordos de colaboración con terceiros nesta área.
- Establecemento dun período máximo para a recepción de axudas. Desta forma podería controlarse o número de *spin-offs* que conseguen financiamento con cargo a programas públicos de forma continuada sen resultados de ningún tipo. Aínda que, a universidade non ten moitas opcións de executar este tipo de políticas si que debería establecer un período máximo no que ofrecerá soporte ás *spin-offs* tanto a nivel económico, como de establecemento ou de apoio. Poderíase paliar así o problema dos «mortos viventes» mencionado anteriormente.

2.4.3. GRUPO C. Relacionadas coas características da contorna.

Estas medidas están orientadas ao financiamento e os recursos a longo prazo.

c.1. Acceso por parte dos investidores a informes de expertos externos.

Unha forma de mellorar o coñecemento de proxectos por parte de investidores potenciais é proporcionarlles informes de terceiros sobre as tecnoloxías ou produtos en que se basean estas empresas. Para iso a universidade pode facilitar un catálogo de posibles expertos nos diferentes campos de coñecemento en que pode situarse a tecnoloxía. Este catálogo pode estar formado por empresas externas ou investigadores e grupos de investigación tanto da propia institución como doutras universidades. Ademais, desta forma poderíase fomentar a prestación de servizos de consultaría e asesoría por parte do persoal universitario, achegando ao mesmo tempo aos investigadores á comercialización do coñecemento..

c.2. Plan de viabilidade comercial realizado por terceiras empresas.

Outra alternativa para mellorar a credibilidade sobre as *spin-offs* é elaborar plans de viabilidade por terceiras empresas, é dicir, subcontratar esta actividade a empresas especializadas. Desta forma as *spin-offs* terían acceso a un informe externo que complementaríase a súa análise de viabilidade comercial. Tendo en conta que isto é un aspecto crucial no futuro da empresa, dispor de diferentes opinións incrementará as súas posibilidades de éxito. A universidade podería colaborar no financiamento deste tipo de actividades, tendo en conta que tamén se podería acceder aos departamentos da área de comercialización da propia institución. Doutra banda, os investidores poden confiar máis neste tipo de informes externos.

As dúas medidas anteriores supoñen para as *spin-offs* unha vía de presentación dos seus produtos mentres que os posibles investidores/clientes ademais do seu coñecemento teñen unha maior garantía sobre os mesmos.

c.3. Bancos ou base de datos de *spin-offs*.

O obxectivo é conformar un banco dos proxectos que se desenvolveron nas universidades, de forma que os posibles investidores coñezan que posibilidades teñen de investir dentro das tecnoloxías que se desenvolveron nas institucións académicas. Esta medida pode complementarse ofrecendo fichas con información similar para todas elas, como equipos que as conforman, produtos, clientes ou os principais valores económicos. Desta forma os posibles axentes interesados, tales como os investidores, poderían acceder dunha forma máis rápida á información máis relevante destas empresas. A visualización dos proxectos desenvolvidos supón para a universidade unha política de publicidade das súas actividades de transferencia de tecnoloxía, achegándolle prestixio como institución. Para as propias *spin-offs* tamén é unha vía de mostrarse ao mercado, tanto para obter clientes como posibles socios.

Os investidores e clientes non adoitan coñecer os proxectos que se están desenvolvendo na universidade polo que debería existir unha rolda de presentacións dos mesmos ante posibles socios, en especial ante posibles investidores. Unha posible alternativa é realizar un seminario anual ou bianual onde se puxesen en contacto empresas e investidores. Outra vía é a creación dunha carteira actualizada de *spin-offs* con breves descrições das mesmas e que esta se dese a coñecer a grupos de investidores mediante o seu envío, facendo explícita ademais a posibilidade dun envío de máis información para un mellor coñecemento dun proxecto en concreto.

c.4. Reforzar o papel da universidade para atopar financiamento

A universidade e as OTRIs deberían de ser un axente intermediario entre as *spin-offs* e posibles investidores. A Lei 2/2011 de Economía sustentable, de 4 de Marzo, recolle no seu artigo 60 apartado g) que o sistema universitario ten entre os seus obxectivos «impulsar medidas de atracción de capital privado nacional e internacional para contribuír ao financiamento dos obxectivos da universidade, especialmente á investigación, transferencia de coñecemento e á creación de empresas innovadoras de base tecnolóxica». Con todo, non parece que as OTRIs estean a exercer eficientemente esta función. Algunhas medidas específicas para realizar este labor poden ser:

- Crear un banco de posibles investidores, no que entrarían desde institucións de capital risco a redes de *business angels* ou fundacións con fondos orientados a probas de concepto das súas universidades.
- Incentivar ao persoal das OTRIs en función do éxito dos proxectos nos que traballan.
- Creación de espazos comúns de traballo entre empresas do sector privado e as *spin-offs*.

2.5. Conclusións e limitacións

As transformacións da contorna universitaria nas últimas décadas levaron ás universidades a tratar de incrementar a súa participación no desenvolvemento das rexións onde se sitúan. Entre os diversos mecanismos para trasladar o coñecemento creado na universidade á sociedade, a creación de empresas conseguiu unha gran

relevancia. O número de *spin-offs* creadas dentro do sistema universitario español incrementouse considerablemente desde o ano 2000, estabilizándose a actividade de creación de *spin-offs* ao redor das 100 empresas/ano. O Sistema Universitario de Galicia foi un dos pioneiros neste ámbito, cunha elevada porcentaxe sobre o total de *spin-offs* universitarias creadas en España, taxa de participación que nos últimos anos diminuíu grazas ao aumento desta actividade no resto do estado.

Nos últimos anos empezáronse a constatar a nivel internacional diversos problemas relacionados co modelo de creación de *spin-offs* universitarias. En particular, destaca o feito de que só un reducido número se converteu en grandes empresas. Estas baixas taxas de crecemento das *spin-offs*, en principio, pon en cuestión a súa contribución de forma destacada na creación de riqueza dentro dunha rexión.

Neste traballo describíronse as principais características das *spin-offs* españolas en tres ámbitos diferentes relacionados cos seus emprendedores, as propias compañías e a súa contorna. Froito desta análise comprobouse como algúns dos posibles problemas aos que se enfrontan son a baixa formación empresarial dos seus fundadores. Ademais o número de *spin-offs* que posúen algún tipo de propiedade intelectual e/ou que actúan en sectores de alta tecnoloxía non é moi elevado. Por último, comprobouse como o vínculo destas empresas co sector privado é máis ben débil, provocando que teñan problemas de acceso tanto a financiamento como a clientes. A partir destas características propuxéronse unha serie de políticas que axuden a solucionar os problemas detectados.

A pesar do esforzo realizado, este traballo presenta limitacións importantes que poderían abrir o camiño a posteriores investigacións. A primeira é non dispor de datos exactos sobre o crecemento das *spin-offs*. Tivemos que recorrer aos traballos previos existentes, que para o caso de España son moi escasos. Estes traballos fan referencia á produtividade, o tamaño da empresa medido en termos de emprego e a súa rendibilidade como indicadores do impacto e o éxito das *spin-offs*. Aínda que as medidas sobre o éxito son diversas, vese confirmada a afirmación de Bonardo *et al.* (2011) que recoñecen que os indicadores do éxito non foron, polo momento, ben definidos na literatura das empresas de orixe universitaria. Considerar que unha *spin-off* ten éxito ou non depende da situación, da motivación persoal e as metas do fundador, así como dos grupos de interese e da interpretación persoal do que significa o éxito (Helm e Mauroner, 2007).

Ademais, outra das principais dificultades atopada e sinalada en traballos similares é a inexistencia dunha base de datos que recolla as *spin-offs* creadas nos diferentes organismos de investigación. Por último, o período de tempo considerado pode non ser suficientemente amplo. O auxe deste tipo de actividades prodúcese principalmente a partir do ano 2005, polo que, talvez, dispor dun panel de empresas completo para un número de anos máis amplo é unha cuestión básica.

Estas limitacións abren a porta a futuras investigacións que analicen de forma adecuada unha batería de indicadores do éxito para unha mostra de empresas ampla. Isto facilitaríase comparar este tipo de compañías con outras empresas de base tecnolóxica que nacesen fóra das universidades. Aínda que, estes son algúns dos nosos obxectivos para futuros traballos, consideramos que a importancia do fenómeno e a falta de datos no noso contexto fan pertinente a análise aquí exposta. Consideramos necesario tratar de anticiparse a aqueles problemas que empezan xa a apreciarse no actual modelo de creación de *spin-offs* universitarias e expor unha serie de medidas para palialos. Empregar un enfoque crítico na análise dos resultados obtidos ata a data no contexto dos programas de promoción da transferencia de resultados de investigación e tomar

medidas de forma rápida pode ter grandes efectos positivos sobre este tipo de actividades no futuro.

Bibliografía

- Aguado, R; Congregado, E. e Millán, J. M. (2002): “Entrepreneurship, financiación e innovación. La situación en la Unión Europea”, *Economía Industrial*, 347, pp. 125-134.
- Amezcuca, A.S. (2010): “Boon or Boondoggle? Business incubation as entrepreneurship policy”, *PhD Dissertation*, Syracuse University.
- Bank of England (2003): *Finance for Small Firms-A Ninth Report*, Bank of England, April.
- Barclay, M. J. e Smith, C. W., (1999): “The capital structure quebracabezas: Another look at the evidence”. *Journal of Applied Corporate Finance*, 12 (1), pp. 8-20.
- Bonardo, D.; Paleari, S. e Vismara, S. (2009): “When academia comes to market: does university affiliation reduce the uncertainty of IPOs?”, *Working Paper 09-2009*, Department of Economics and Technology Management, University of Bergamo
- Brown, T. E. e Uljin, J. M. (2004): *Innovation, entrepreneurship and culture: the integration between technology, progress and economic growth*, Edward Elgar Publishers, Cheltenham, Reino Unido.
- Calan, B. (2001): “Generating Spin-offs: Evidence From the OECD” *Science Technology Industry Review, Special Issue on Fostering High Tech Spin-Offs: A Public Strategy for Innovation*, 26, pp. 13-56.
- Cantner, U. e Goethner, M. (2011): “Performance differences between academic spin-offs and non-academic star-ups: A comparative analysis using a non-parametric matching approach”, *DIME Final Conference*, Maastricht, 6-8 de abril de 2011.
- Cardozo, R. e Engleman, R. (2004): “University technology and business opportunities. Frontiers of entrepreneurship research”, *24th Babson-Kauffman Entrepreneurship Research Conference*, Glasgow, Scotland.
- Chiesa, V. e Piccaluga, A. (2000): “Exploitation and diffusion of public research: the case of academia spin-off companies in Italy”, *R&D Management*, 30 (4), pp. 329-339.
- Colombo, M.G. e Delmastro, M. (2002): “How effective are technology incubators? Evidence from Italy”, *Research Policy*, 31, pp. 1103-1122.
- Comisión Europea (2000): *Progress Report on the Risk Capital Action Plan*, Communication from the Commission to the Council and the European Parliament, Brussels, Comisión das comunidades europeas.
- DGPYME, Dirección General de Política de la Pyme (2008) *Las PYME españolas con forma societaria. Estructura económico-financiera y Resultados*, (Ejercicios 2002-2006 y avance 2006). Colección Panorama PYME. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Secretaría General de Industria. Dirección General de Política de la PYME. Diciembre 2008.
- Evans, D.S. e Leighton, L.S. (1989): “Some Empirical Aspects of Entrepreneurship”, *American Economic Review*, 79(3), pp. 519-535.

- Ferguson, R., e Olofsson, C. (2004): “Science parks and the development of NTBFs. Location, Survival and Growth”, *Journal of Technology Transfer*, 29, pp. 5-17.
- George, G.; Zahra, S.A.; e Wood, D.R. (2002): “The effects of business - university alliances on innovative output and financial performance: a study of publicly traded biotechnology companies”, *Journal of Business Venturing*, 17, pp. 577-609.
- Harrison, R. e Leitch, C. (2005): “Growth dynamics in university spin-out companies: entrepreneurial ventures or technology lifestyle businesses”. En *The role of private equity in growing new ventures*. Cheltenham, Edward Elgar Publishing.
- Hayter, C.S. (2010): *The open innovation imperative: perspectives on success from faculty entrepreneurs*, PhD Dissertation, George Washington University.
- Helm, R. e Mauroner, Ou. (2007): “Success of research-based *spin-offs*. State-of-the-art and guidelines for further research”, *Review of Managerial Science*, 1, pp. 237-270.
- Hughes, A. (2007): ‘University-Industry Linkages and UK Science and Innovation Policy. *ITEC Working Paper Series*.
- Lambert, R. (2003): *Lambert Review of Business-University Collaboration 2003: Final Report*, HM Treasur.
- Leijpras, A. (2012): “How innovative are *spin-offs* at later stages of development? Comparing innovativeness of established research *spin-offs* and otherwise created firms”, *DIW Berlin Discussion Paper*, nº 1237.
- Lester, R. (2005): “Universities, Innovation, and the Competitiveness of Local Economies. Summary report from the local innovation project - Phase I”. *Industrial Performance Center Working Paper Series*. Cambridge, MA, MIT. Industrial Performance Center.
- Lei 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sustentable.
- Lei Orgánica 4/2007, de 12 de abril, pola que se modifica a Lei Orgánica 6/2001, de 21 de decembro, de Universidades.
- Lei Orgánica 6/2001, de 21 de decembro, de Universidades.
- Lockett, A. e Wright, M. (2005): “Resources, capabilities, risk capital and the creation of university spin-out companies”, *Research Policy*, 34 (7), pp. 1043-1057.
- Löfsten, H. e Lindelöf, P. (2002): “Science Parks and the growth of new technology-based firms - academic-industry links, innovation and markets”, *Research Policy*, 31, pp. 859-876.
- Löfsten, H. e Lindelöf, P. (2005): “R&D networks and product innovation patterns - academic and non-academic new technology-based firms on Science Parks”, *Technovation*, 25, pp. 1025-1037.
- Madrigal Torres, B. (2009). “Capital humano e intelectual: su evaluación”. *Observatorio Laboral Revista Venezolana*, 2 (3), pp. 65-81.
- Mustar, P.; Wright, M. e Clarysse, B. (2007): ‘University spin-off firms: Lessons from ten years of experience in Europe’, *Science and Public Policy*, 35(2), pp. 67-80.

- OCDE (1998): *Fostering entrepreneurship*, París, OCDE.
- OCDE (2001): “Fostering high-tech *spin-offs*: a public strategy for innovation” [Special issue], *STI Review*, nº 26.
- Ortín, P. e Vendrell, F. (2010): “University *spin-off* vs. other NTBFs: Productivity Differences at the Outset and Evolution”, *Searle Center Working Paper*.
- Ortín, P.; Salas, V.; Trujillo, M.V. e Vendrell, F. (2007): “El spin-off universitario en España como modelo de creación de empresas intensivas en tecnología”, *Estudio DGPYME*, Ministerio de Industria Turismo y comercio, Secretaría General de Industria, Dirección General de Política de la Pyme.
- Ortín, P.; Salas, V.; Trujillo, M.V. e Vendrell, F. (2008): “La creación de spin-off universitarios en España. Características, determinantes y resultados”, *Economía Industrial*, 368, pp. 79-95.
- Phan, P.H. e Siegel, D.S. (2006): “The effectiveness of university technology transfer”, *Foundations and Trends in Entrepreneurship*, 2(2), pp. 77-144.
- Red OTRI de Universidades (2008): “Informe Red OTRI de Universidades, 2008”, *Conferencia de Reitores das Universidades Españolas*, CRUE, Madrid. Disponible en http://www.redotriuniversidades.net/portal/index.php?option=com_joomdoc&view=docman&gid=629&task=cat_view&Itemid=100016&lang=é/
- Red OTRI de Universidades (2011): “Informe Red OTRI de Universidades, 2011”, *Conferencia de Reitores das Universidades Españolas*, CRUE, Madrid. Disponible en http://www.redotriuniversidades.net/portal/index.php?option=com_joomdoc&view=docman&gid=629&task=cat_view&Itemid=100016&lang=é/
- Rodeiro, D.; Calvo, N. e Fernández, S., (2012). “La gestión empresarial como factor clave de desarrollo de las spin-offs universitarias. Análisis organizativo y financiero”. *Cuadernos de Gestión*, 12(1), pp. 59-81.
- Rodeiro, D.; Fernández, S.; Rodríguez, A. e Otero, L. (2008): *La creación de empresas en el sistema universitario español*, Servizo de Publicacións da Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.
- Rodeiro, D.; Fernández, S.; Vivel, M. e Rodríguez, M. (2013): “The creation of new technology-based firms at Spanish public research institutions: an analysis of their financial statements”, *International Journal of Innovation and Learning*, 14 (3/4), pp. 405-421.
- Rothaermel, F.T. e Thursby, M. (2005): “Incubator Firm Failure or Graduation? The Role of University Linkages”, *Research Policy*, 34, pp. 1076-1090.
- Salvador, E. (2010): “How effective are research *spin-off* firms in Italy?”, *Revue d'Économie Industrielle*, 132.
- Schwartz, M. (2010): “A control group study of incubators’ impact to promote firm survival”, *Discussion Paper 11/2010*, Ache Institute for Economic Research (IWH).

- Shane, S. (2004): *Academic Entrepreneurship, University Spin-offs and Wealth Creation*, New Horizons in Entrepreneurship Series, Edward Edgar Publishing Limited, Northampton, EE.UU.
- Spithoven, A. e Knockaert, M. (2011): “The role of business centers in firms’ networking capabilities and performance”, *Science and Public Policy*, 38(7), pp. 569-580.
- Timmons, J. (1994). *New venture creation. Entrepreneurship for the 21th Century*. Boston, USA, Mc Graw Hill.
- Veciana, J.M. (2005): *La creación de empresas. Un enfoque gerencial*, Colección Estudios económicos, nº 33, Servizo de estudos A Caixa.
- Wennberg, K.; Wiklund, J. e Wright, M. (2011): “The effectiveness of university knowledge spillovers: performance differences between university spinoffs and corporate spinoffs”, *Research Policy*, 40, pp. 1128-1143.
- Zahra, S.A.; Van de Velde , E. e Larrañeta, B. (2007): “Knowledge conversion capability and the performance of corporate and university *spin-off*”, *Industrial and Corporate Change*, 16(4), pp. 569-608.
- Zhang, J. (2009): “The performance of university *spin-offs*: an exploratory analysis using venture capital data”, *Journal of Technology Transfer*, 34, pp. 255-285.

CAPÍTULO 3. A INDUSTRIA DO SOFTWARE EN COSTA RICA UN EXITOSO RESULTADO DESDE A UNIVERSIDADE PÚBLICA

Leiner Vargas Alfaro⁶

Universidad Nacional de Costa Rica

Centro Internacional en Política Económica (CINPE-UNA)

Apartado 2393-3000, Heredia, Costa Rica

lavagrecia@gmail.com

Resumo: Este capítulo resume unha interpretación desde a economía evolutiva do nacemento, crecemento e desenvolvemento da industria do software e posteriormente, de Información e Comunicación en Costa Rica. O interese do autor é destacar o papel crucial que xoga a creación de competencias básicas nas universidades públicas e centros de excelencia como o CENFOTEC, no desenvolvemento da masa crítica inicial de coñecemento, que xunto coas oportunidades de mercado e o fomento ao emprendemento do sector, permite o desenvolvemento dun incipiente pero moi dinámico grupo de empresas que dan cabida ao cluster de software, unha industria que xa para finais da década dos noventa superaba os 100 millóns de dólares en valor agregado. A segunda parte da historia é a súa internacionalización, algo que efectivamente ocorre no presente século e que dá como resultado un sector de maior tamaño e de amplo impacto no emprego cualificado, as exportacións e a produción do país.

Palabras chave: Software, Costa Rica, Universidades, Emprendemento, investimento estranxeiro, competitividade, industria do coñecemento.

⁶ O autor é investigador do Centro Internacional en Política Económica da Universidad Nacional de Costa Rica e realiza este capítulo para ser presentado no taller sobre «*Spin-off* e emprendemento innovador» realizado na Facultade de Ciencias Económicas e Empresariais da Universidade de Santiago de Compostela, España en abril do 2012. Comentarios son benvidos ao email: lvargas@una.ac.cr e como política do autor, este documento é totalmente libre de dereitos de autor sempre que se cite correctamente.

3.1. Introducción

A aparición dunha nova industria, que para as contas nacionais dun país pequeno como Costa Rica significou o tamaño equivalente á histórica industria do café, é un feito relevante da realidade económica recente que non pode pasar desapercibido. Escasamente estudado e moitas veces mal interpretado⁷, o desenvolvemento da industria do software en Costa Rica foi documentado como un feito resultado do emprendemento dunha xeración virtuosa da mocidade da década perdida dos oitenta, é dicir, a década da crise económica, a apertura económica e do axuste estrutural en Costa Rica. Esta visión, un tanto profética do seu nacemento como industria, ten pouco fundamento teórico e deixa de lado as vinculacións significativas entre os procesos de acumulación de competencias, a transferencia de coñecemento desde a Universidade e as pioneiras accións do Estado para empuxar a demanda e a oferta, dun sector nacente como o foi nos oitenta e primeira parte da década dos noventa, a industria do software.

O presente capítulo describe desde a economía evolutiva unha versión bastante distinta da devandita historia de éxito no desenvolvemento industrial, expondo que o nacemento exitoso da industria do software e a súa posterior evolución cara un conglomerado ou cluster de tecnoloxías de información e comunicación, foi produto dun estreito vínculo entre a creación de competencias tecnolóxicas mínimas nun estreito grupo de programas elites en computación e informática desde as universidades públicas, o pulo á temperá adopción de tecnoloxía desde as escolas e colexios por parte do Estado e por suposto, unha política de Estado que favoreceu un nacente mercado ao lado da demanda de servizos e produtos especializados con algúns estímulos financeiros no campo da investigación.

Este vínculo sistémico entre a academia, o Estado e a industria non é novo no desenvolvemento de sectores industriais en Costa Rica, tales como o caso da industria eléctrica nacional ou os desenvolvementos agroindustriais do café, a cana de azucre ou o sector lácteo, pero conta con escasa investigación aplicada sobre o mesmo. O pulo que se lle dá desde o nacente Consello Nacional de Investigación Científica e Tecnolóxica (CONICIT), cos programas de Fondo para o Desenvolvemento Tecnolóxico (FODETEC) e Fondo de Investigación (FORINVEST); así como, a fortaleza dos pioneiros esforzos da Fundación OMAR DENGÓ⁸ para iniciar moi pronto nas escolas con formación en computación cara finais dos anos oitenta, pasando pola formación de técnicos moi capacitados no Centro de Formación Tecnolóxica (CENFOTEC) e a consolidación dun grupo de investigadores novos nas Escolas de informática do Instituto Tecnolóxico (TEC) e da Universidade de Costa Rica (UCR) e da Universidade Nacional (UNA) foron o alicerce que desencadeou o desenvolvemento da industria de software.

⁷ Algunhas das interpretacións do sector non pasan de ser anécdotas ou simplemente valoracións de carácter puntual sobre unha das etapas ou sobre o papel dun dos actores, polo xeral neste sector careceuse dunha explicación sistémica do fundamento que deu como resultado o desenvolvemento dunha das industrias de servizos mellor remuneradas e que hoxe en día, 2012, representa un factor crave na competitividade país. Entre outras pódense revisar as seguintes publicacións sobre o sector Monge (2002); CEPAL (2003); Villasuso (2006); Villasuso (2007); CAMTIC (2010); Hewwith e Monge (2007); Calderón e Marín (2010).

⁸ É un programa creado en 1988 que xunto co Ministerio de Educación lanza un agresivo e pioneiro programa de introdución dos ordenadores nas Escolas e Colexios públicos do país. Este programa foi amplamente recoñecido a nivel nacional e internacional polo seu papel na xeración de vocacións profesionais e o estímulo á introdución da computación noutras áreas do quefacer económico do país.

Esta etapa de desenvolvemento que data de principios dos anos oitenta e que podería situarse ata a chegada de INTEL a Costa Rica, no ano 1997, pode caracterizarse polo desenvolvemento dun enxame de empresas locais, algunhas de tamaño mediano, pero esencialmente pequenas empresas con actividades emprendedoras que permitiron facer crecer a oferta nacional de produtos de software. Dada a gran diversidade de campos de aplicación e que nese momento a industria internacional de software estaba tamén nunha época de expansión, non existía a presión competitiva de entrada ao mercado, esencialmente o que motivaba era a obtención dun par de contratos importantes para dar o salto a converterse en pequenas empresas⁹.

En aproximadamente unha década, desde a metade dos oitenta e ata a metade dos noventa, a industria do software pasa de nada a converterse nun sector de tamaño equivalente á industria do café, histórica en Costa Rica polo seu impacto de máis de 200 anos na creación de riqueza e identidade nacional. O esforzo da segunda metade dos noventa e da primeira década do século XXI foi o de internacionalizar a industria, converténdoa nun piar para as exportacións de servizos, nunha contorna económica de maior competencia e sobre todo, diversificación tecnolóxica. Esta segunda parte da historia foi maiormente documentada e permitiu ao país transformar un sector de esencialmente empresarios nacionais nunha industria multinacional articulada ao investimento estranxeiro directo e que ten un impacto ao redor de 40 mil traballadores cualificados que hoxe son parte da mesma (Villasuso, 2006; CAMTIC, 2010).

Este documento estruturouse da seguinte forma, a primeira parte describe algúns dos conceptos teóricos que sustentan a relación Universidade-Empresa e o debate crecente sobre o papel da investigación e a docencia de posgrao no desenvolvemento empresarial das industrias de base tecnolóxica. Un segundo apartado dá conta das orixes do sector de software en Costa Rica, os programas elite das universidades e sobre todo, os esforzos por crear unha masa crítica de investigadores e profesores no tema. Unha terceira parte describe as características da industria antes da súa forte internacionalización na segunda metade da década dos noventa. A última sección resume os desafíos da industria de hoxe, así como, as leccións aprendidas que desde a economía institucional miramos na formación dun sector industrial novo como foi o software e as industrias de Tecnoloxía e Comunicación na economía costarricense.

3.2. Sobre a interacción Universidade e Empresas, algúns elementos teóricos.

Sen pretender abarcar a gran cantidade de literatura escrita neste particular, quixera referirme aos principais argumentos e vínculos teóricos que se atoparon na relación Universidade e empresas. Moitos dos modelos utilizados para estudar dita relación poñen a énfase nas tipoloxías de Universidade ou na cultura das empresas e a súa contorna para aproveitar os efectos dinámicos do coñecemento xerado na Universidade (Arocena e Sutz, (2001); Segura e Vargas, (2003); Fernández De Lucio (2000)). Outros autores mencionan a forma particular de interacción entre o tres vértices da hélice Universidade-Empresas-Goberno, sobre todo a nivel teórico, estes veñen da tradición latinoamericana baseada no triángulo de Sábato (Etxkowitz (2002); Cortes-Aldana (2006); Gulbrandsen e Nerdrum (2007)).

⁹ Varias das entrevistas realizadas durante a investigación do 2002 do CINPE, dan conta que as empresas foron en principio actividades bastante informais, moitas veces nun cuarto dunha casa ou nun garaxe anexo, con pouco acceso ao crédito ou a condicións tecnolóxicas de primeira liña. Eran por tanto emprendementos desde a Universidade con apoio de profesores ou investigadores guía e que aos poucos foron escalando á categoría de empresas formais (Vargas e Outros, 2003).

De igual forma moitos reportes e investigacións miran o tema ao lado das políticas de ciencia e tecnoloxía ou de innovación, algúns dos estudos tipifican entón, as características ideais ou as fallas existentes para a implementación de relacións máis fortes entre a Universidade e as empresas (Ramirez-Salazar e García Valderrama (2010); Segura e Vargas (1998); Agosín, Gitli e Vargas (1996); Velho, Velho e Daugt, (1998)). Unha importante cantidade de traballos estudaron a importancia das devanditas interaccións como motivadoras para atraer investimento estranxeiro directo (Vargas e Miranda (2000); Vargas e Lindegaard (2002); Vargas (2003); Monge (2002); Martínez-Piva (2011); CEPAL (2010)). Nestes últimos faise énfases en que un factor crave para a atracción de capital externo a un sector local nacente é a existencia de competencias tecnolóxicas significativas, é dicir, un mínimo de recursos ou de investimento previo que sustente capacidades e que faga atractivo aos pioneiros ingresar ao sector e ao país en cuestión.

Moitos dos esforzos centráronse na métrica dos resultados directos da investigación, o estudo de caso de relacións positivas desde unha perspectiva empresarial ou factores que benefician e/ou obstaculizan a relación entre a universidade e as empresas. As achegas en materia de creación de capacidades, xa sexa a través de formación de altos técnicos e profesionais ou a dinámica de aprendizaxe conxunta entre empresarios e profesores e investigadores universitarios, non foi estudada con gran profundidade, entre outras razóns dada a informalidade que moitas destas relacións teñen e tamén a pouca documentación que se elabora por parte da Universidade sobre as súas interaccións coa industria (Villasuso (2007)).

Para o caso concreto deste estudo, a documentación existente das relacións universidade e empresa no sector software reverten características disímiles. Por unha banda están os estudos de orde máis tecnolóxica, Mochi (2006); outro tipo de traballos realízase desde unha visión máis histórica e sociolóxica, Calderon e Marin (2010); finalmente, algúns dos reportes de traballo dan conta de casos de éxito ou de estatísticas e indicadores que miden dalgunha forma o impacto da Universidade no quefacer da industria. Do lado da oferta nas empresas, a relación xeralmente vai máis interesada na obtención de números agregados de achegas do sector á economía, ao emprego, á produción ou ás exportacións; o deseño de políticas públicas para atender as demandas do sector e, en poucos casos, algunha descrición da relación universidade e industria, sobre todo en aspectos de formación de recursos humanos, CAMTIC-FLACSO-IDRC (2008). Non existen estudos previos que aborden o tema do nacemento, desenvolvemento e consolidación da industria e o seu vínculo ao crecemento de capacidades tecnolóxicas locais.

3.3. Orixes do sector do software en Costa Rica

Igual que no resto do mundo, a computación é unha ciencia e actividade económica relativamente nova en Costa Rica. As orixes da industria no mundo remóntanse á década dos anos cincuenta. Con todo, o verdadeiro boom da industria nace nos anos setenta, cando os ordenadores pasan dos institutos de investigación das universidades e dos grandes centros de ciencia a mans das persoas e das empresas na vida cotiá, con aplicacións cada vez maiores nas distintas disciplinas e áreas de coñecemento. O desenvolvemento da microelectrónica e os circuitos integrados dan cabida a unha clara diminución do tamaño do hardware e dan pé ao nacemento da industria do software asociada con eses curiosos novos aparellos que se introducen no mercado cara inicios da década dos setenta.

A curiosidade científica provocou a chegada ao país en 1967 do primeiro ordenador, coñecido como MATILDE, que é quizais a peza de museo máis significativa da época que aínda se conserva na Universidade de Costa Rica. É precisamente aí onde se funda, en 1974 a escola de enxeñaría informática, liderada basicamente por matemáticos e enxeñeiros. Nesta mesma época, un pouco máis tarde en 1979 créase no Instituto Tecnolóxico a carreira e a Escola de Enxeñaría en Computación, de igual forma que a Universidade Nacional transforma o seu Departamento de Computo dando como resultado a creación da Escola de Informática da UNHA en 1980¹⁰. Todo o anterior deu paso ao nacemento das bases de competencias científicas e tecnolóxicas, así como a procesos de aprendizaxe para o desenvolvemento dos primeiros enxeñeiros e especialistas na rama da computación e a informática en Costa Rica.

É destacable durante este esforzo de creación de capacidades o papel do primeiro préstamo do Banco Interamericano de Desenvolvemento (BID) para Ciencia e Tecnoloxía e, sobre todo, as bolsas para a realización de estudos a nivel de posgrao, o que permite de maneira rápida contar con facultades de computación bastante sólidas e ao mesmo tempo, complementar as necesidades do sector privado que crecían de maneira exponencial nos primeiros anos dos oitenta. O papel transcendental do CONICIT e os seus dous fondos, o FODETEC e o FORINVEST, xogan un claro rol no pulo inicial da investigación e a transferencia de tecnoloxía¹¹. Esta época de grandes cambios na economía costarricense, tamén produto da crise de finais dos setenta e da primeira metade da década dos oitenta, fixo que moitos dos profesionais recentemente graduados se tivesen que enfrontar ao reto de crear oportunidades de empresa e non simplemente asegurarse un emprego, tal como ocorría nas décadas anteriores con outras profesións.

É tamén de destacar o empuxón que se recibe por parte da demanda de grandes empresas estatais e privadas costarricenses que requiren de modernizarse e de ingresar ao mundo da computación e a informática. Esta foi sen ningunha dúbida unha achega importante para o pre-investimento das empresas, moitas das cales nacen despois de crear un contrato importante con algunha das institucións, as máis importantes son: os bancos públicos, a Caixa Costarricense do Seguro Social, o Instituto Nacional de Seguros INS, o Instituto Costarricense de Electricidade ICE e outras empresas públicas, tales como a Refinadora Costarricense de Petróleo RECOPE.

A escasa visión existente nesa época sobre os dereitos de autor ou inclusive as formulacións de programas de cómputo, fixeron que rapidamente se acumulasen competencias tecnolóxicas en varios grupos empresariais, as mesmas que se mobilizaban facilmente coa mobilidade dos seus empregados ou traballadores, o que

¹⁰ É de destacar que a tradición universitaria costarricense foi esencialmente pública, desde 1949 que se fundou a Universidade de Costa Rica ata os primeiros anos da década dos setenta foi a única universidade. No 71 créase o Instituto Tecnolóxico de Cartago e en 1973 transfórmase a antiga Escola Normal Superior no que hoxe é a Universidade Nacional cuxo campus central se atopa na Cidade de Heredia. Posteriormente créase a Universidade Estatal a Distancia UNED e moi recentemente, no 2009 créase a Universidade Técnica Nacional UTN, que sería a quinta Universidade Pública con sede central en Alajuela. Todo este sistema articúlase ao redor do que se coñece como o Consello Nacional de Reitores CONARE, que conta con actividades de coordinación e de desenvolvemento conxunto de proxectos, ademais da elaboración e execución do Plan Nacional da Educación Superior, eixo central do Financiamento das universidades que aproximadamente absorben un 1.4% do PIB como orzamento público no 2012.

¹¹ Un soado exemplo é o desenvolvemento obtido pola empresa ARTINSOFT do enxeñeiro Carlos Araya, cuxo forte empuxe ten que ver cun forte estímulo financeiro do FODETEC e, por suposto, a investigación de base desenvolvida no TEC.

deu como resultado o primeiro boom de empresas de software en Costa Rica. Non se trata dun acto concibido ou de intereses duns cantos, en realidade, aínda que o oportunismo empresarial dalgúns profesores ou ex alumnos das universidades permitiu un rápido «*spin-off*» desde as universidades cara a industria, non se pode dicir que foron recursos desaproveitados os investidos na Universidade ou que fracasou a Universidade por non patentar as súas investigacións, dado que o sector se converteu industrial en cuestión de 15 anos nunha industria tan ou máis importante que a industria do café, en termos da xeración de valor agregado nacional e con amplos efectos no emprego e nas exportacións.

3.4. Características da industria do software e das TIC, antes e despois da súa internacionalización

Unha vez desatado este boom emprendedor, a onda de novas empresas no sector foi incontido. Non existen documentos nin se documentou totalmente, pero pódese facilmente constatar con entrevistas que para o desenvolvemento de 1 empresa que permanecese no mercado, polo menos 10 novas empresas saían e desaparecían nese ciclo de 1 a 5 anos. É dicir, o nacemento era múltiple e a mortalidade das empresas era altísima, entre outras razóns pola escasa capacidade empresarial con que se contaba nese entón. Isto, ademais, é amplamente difundido e típico en industrias nacentes, onde as traxectorias tecnolóxicas e a cambiante demanda de innovacións en bens e servizos fixo que emprendementos importantes desaparecesen simplemente por non poder enfrontar os desafíos tecnolóxicos¹²

Aínda que a formalización da industria chega nos anos noventa, coa consolidación do colexio de profesionais en ciencias da computación e informática e a creación da primeira cámara empresarial do sector —CAPROSOFT— non é senón ata os inicios do novo século que se consolidan traballos de investigación que dan conta sobre as características e magnitude do empresariado no sector (Vargas e outros (2003); Monge (2002)).

É tamén de destacar o papel xogado pola Fundación OMAR DENGÓ e o seu programa pioneiro en informática nas escolas, programa creado en 1988 e que ten un gran impulso durante os anos noventa, é sen ningunha dúbida o sementeiro de vocacións profesionais que logo se traducen nun gran número de estudantes con intereses na enxeñaría e a computación, tanto o sistema público como en ao redor de 20 universidades privadas que imparten, técnico, bacharelatos e licenciaturas nos distintos campos da industria.

É tamén importante destacar a creación no Instituto Tecnolóxico de Costa Rica, hoxe coñecido como Tecnolóxico de Costa Rica (TEC); do Centro de investigacións en Computación (CIC), adscrito á Escola de Enxeñaría da Computación. Este centro desenvolveu competencias entre os temas de sistemas de información, bases de datos, enxeñaría de software, intelixencia artificial e sistemas expertos, comunicación e teleprocesos e telemática e arquitectura de computadoras.

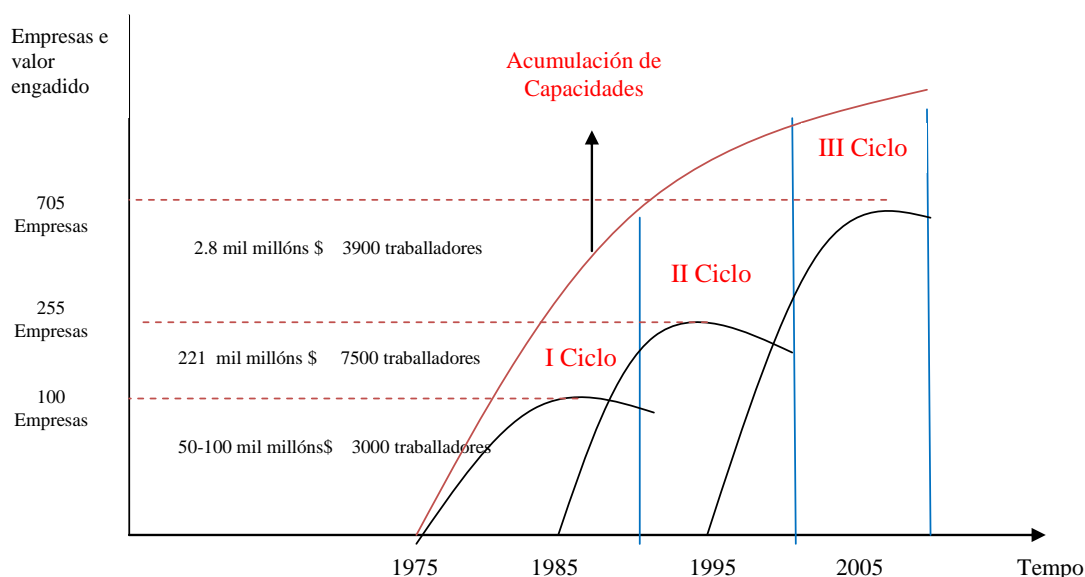
A figura 1 mostra as etapas evolutivas da industria e o particular papel xogado pola creación de competencias nas universidades e o seu posterior traslado á industria nacente. A modo de gráfica divídese o desenvolvemento da industria en tres grandes etapas, a primeira asociada coas competencias iniciais de base, a segunda coas «*spin-*

¹² Coa crecente mobilidade de traballadores, os éxitos e fracasos íanse acumulando como unha especie de xadrez, onde caer daba como resultado outra oportunidade e onde os nomes de empresas ían e viñan nun constante espazo de creación e destrución creativa.

off» da Universidade e o desenvolvemento das empresas locais amparadas a un «cluster» con espazo de mercado e de financiamento local, a última etapa é o proceso de internacionalización do sector, onde se transforma nunha parte do cluster de Tecnoloxías da Comunicación que se articula ás cadeas multinacionais de produción de servizos, onde un deles é o Software.

É destacado o papel da Universidade de Costa Rica, coñecida como a ciencia dura, dado o papel das matemáticas e da enxeñaría presente no devandito programa desde os seus inicios, do mesmo xeito que a administración da tecnoloxía, énfase que adquiriu a recentemente creada Escola de Informática da UNA; as tres universidades provenientes da tradición de Universidade Pública en Costa Rica e que se complementaron bastante ben, fomentaron unha sinerxía importante e permitiron o crecemento da industria das tecnoloxías da información en Costa Rica nos esforzos da primeira e segunda parte, que se mostra na gráfica.

Figura 1. Ciclos Desenvolvemento: Industria Software e TIC en Costa Rica



Fuente: Elaboración propia datos CINPE, CAMTIC e PROCOMER

A metade dos noventa, a industria alcanzaría un primeiro limiar de desenvolvemento, tanto que entrou no escenario das prioridades políticas e daba de que falar nos foros empresariais e as discusións sobre o futuro dos servizos en Costa Rica. Aínda que se trataba dunha industria de ao redor dunhas 100 empresas, a maioría micro e pequena empresa, a existencia do sector xa non pasaba desapercibida, dado que se empregaban ao redor de 3000 persoas e se xeraba un pouco máis de 50 millóns de dólares en valor agregado ao ano, moito do cal estaba destinado ao mercado interno, dada a crecente demanda das empresas nacionais de servizos neste campo.

Coa chegada de INTEL a costa Rica no ano 1997 e o desenvolvemento das primeiras vendas de empresas locais a consorcios rexionais ou internacionais, a dinámica do sector evoluciona de maneira significativa. Aínda que xa na segunda metade da década dos oitenta se crearon importantes empresas nacionais como SOIN (1984); COCOCO (1987); EXACTUS (1987); CODISA (1991), entre outras; a chegada de empresas multinacionais como CISCO (1984); MICROSOFT (1995); INTEL (1997)

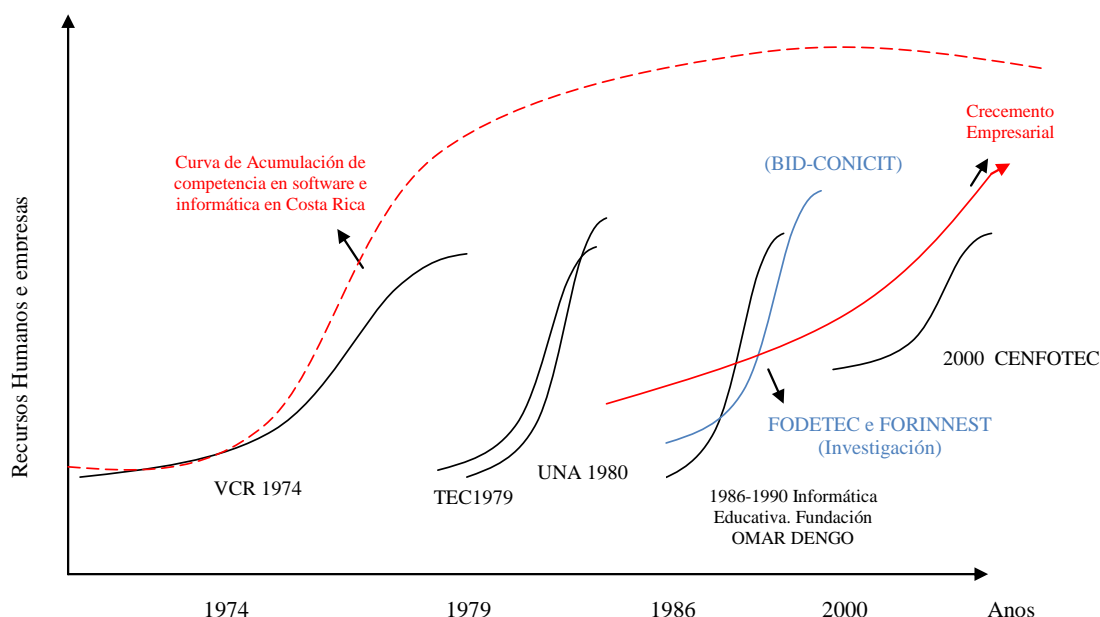
deron un empuxón moi forte á demanda de servizos e de recursos humanos dentro do sector.

Este balbordo industrial da segunda metade dos anos noventa permite expor a industria nacente local ás condicións da contorna externa e crea as bases para a localización de Costa Rica como un país cunha industria de software de nicho bastante sólida e, sobre todo, con condicións tecnolóxicas e competencias de recursos humanos capaces de atraer a grandes consorcios empresariais e de servizos do sector de tecnoloxías da información e a comunicación a nivel mundial. Paralelo ao anterior, créanse os programas de mestría de varias universidades públicas en distintas áreas da computación e a informática, créase o CENFOTEC, hoxe en día universidade, como unha opción para formar técnicos altamente especializados e, de forma bastante rápida, contar con especialistas no sector.

Para o ano 2002 a primeira enquisa formal ao sector en materia de emprego, exportacións e valor agregado (Vargas, 2003) dá conta de que o sector ten máis de 100 empresas formais, as cales xeran un valor agregado de ao redor de 170 millóns de dólares ao ano, empregan a máis de 4000 enxeñeiros altamente capacitados e exportan ao redor dun 30% da súa produción. É neste período da primeira metade da década pasada que as empresas do sector empezan a ter unha visión do sector máis forte, articulada ao redor de CAPROSFOT e desenvólvense os primeiros programas de apoio dirixidos ao sector. Esforzos asociados coa promoción das exportacións, feiras internacionais e nacionais da industria, desenvolvemento de procesos de normalización e calidade, así como algúns apoios financeiros para alcanzar certos estándares requiridos para acudir aos fondos de capital risco existentes nese momento.

Coa apertura comercial e a chegada das multinacionais de servizo o sector transformouse de maneira significativa. A Cámara de CAPROSOFT cambiou o seu nome a CAMTIC e o sector tomou forma non soamente como a parte asociada ao SOFTWARE, senón incorporando ás industrias ensambladoras de Hardware, as industrias de servizos e, por suposto, os sistemas de atención a clientes e empresas desconcentrados ou «Call Centers» que se instalaram na segunda metade da pasada década. Este proceso dá como resultado unha consolidación que para o ano 2007 segundo as estatísticas de PROCOMER conta con ao redor de 705 empresas, das cales 35 son da industria de compoñentes electrónicos, 350 de servizos directos de TIC, 255 son empresas do sector do software e 65 de servizos habilitados. En total, este sector das TIC emprega ao redor de 39000 persoas en emprego directo e ao redor de 7600 traballando explicitamente na industria do software. As vendas do sector en xeral pasan de 2.8 mil millóns de dólares e o sector de software vende ao redor de 221 millóns de dólares ao ano, dos cales preto do 40% representan exportacións a terceiros países.

A figura 2 mostra a curva de acumulación de capacidades tecnolóxicas na evolución da industria a partir da creación de programas de bacharelato, licenciatura, mestría e técnico en diversos campos da informática no país.

Figura 2. Curva de Acumulación e Información da Competencia en Costa Rica

Fonte: Elaboración propia a partir da análise da documentación de CAATEC.

Ao final da primeira década deste novo século, o sector integrado de Tecnoloxías de Información e Comunicación (TIC), sen contar as telefónicas e as industrias provedoras de Internet, ten unha participación de 10.6% do PIB total do país, exporta o 28.8% do total das exportacións e representa o 2.4% da Poboación Economicamente Activa (PEA) do país. Agora, todo isto vese altamente influenciado pola presenza de grandes multinacionais como INTEL (1997), HP (2003). Ao mesmo tempo que existe un amplo esforzo nacional por incrementar as competencias do sector, o que dá conta de importantes programas para a atención das empresas dentro de CAMTIC, tales como, o programa LINK nos campos de investimento, incubación, exportación e financiamento. De igual forma créanse centros de investigación novos como o Centro de Investigación en TIC da UCR (2010) e consolídanse programas como o de PARQUETEC (2004) —que é unha incubadora de empresas do sector— e programas de bolsas especializados, tal como o que se financia con recursos do BID dentro de CAMTIC por ao redor de 2.5 millóns de dólares.

O sector recibe un novo aire coa onda da internet, que chega ao país no ano 1993 e que se consolida nos anos noventa coa presenza de Radiográfica Costarricense S.A. (RACSA) e do ICE, que lanza a metade da década pasada (2005) a rede avanzada de conexión de banda ancha a nivel nacional. A apertura das telecomunicacións na segunda parte da década anterior e o desenvolvemento de novas demandas de tecnoloxía das empresas e do sector público, fan que a dinámica tecnolóxica se mova de maneira significativa na primeira parte da segunda década deste século XXI e por suposto, moitas das empresas novas foron absorbidas por emprendementos rexionais ou de escala latinoamericana.

O país é hoxe un punto recoñecido da industria mundial do software e un atractivo lugar para o investimento estranxeiro mundial no campo dos servizos en tecnoloxía, tal como se recoñece en publicacións como as do Foro Económico Mundial, WCR (2011-2012); GITR (2012). O plan Costa Rica verde e intelixente 2.0 é a punta de

lanza da nova onda de empresarios do sector CAMTIC (2010), que se consolida como unha das actividades de maior impacto na sociedade e a economía costarrriqueña da actualidade. Todo o anterior foi produto dun esforzo consciente de investimento en educación e investigación universitarias desde mediados da década dos setenta, que aínda que é certo que non xerou grandes achegas en dereitos de autor ou en patentes á Universidade, cousa que nunca foi o interese do Estado costarrriqueño, creou unha base industrial sólida e oportunidades de emprego, riqueza e novos impostos para o Estado do presente.

3.5. Desafíos e leccións aprendidas

Do mesmo xeito que a maioría das industrias dinámicas do comercio de servizos no mundo, a industria do software é altamente volátil nas súas tendencias e patróns tecnolóxicos. Os movementos nas empresas e as transformacións do mercado fan obsoletas as tecnoloxías de maneira rápida, de tal forma que a aparición de novas empresas e a morte doutras é unha constante no sector. Como din os nosos antepasados, non todo o que brilla é ouro. Este é quizais un dos grandes desafíos que enfrenta a industria local nunha contorna competida e altamente baseada en competencias tecnolóxicas como o é a industria do software de hoxe.

O desafío de integrar tecnoloxías a procesos e a bases e sectores industriais conexos é tamén un reto a considerar no futuro próximo, a aplicación específica da informática e da computación a outros sectores e a súa complementariedade con outras disciplinas podería dar lugar a novas industrias e procesos tecnolóxicos dentro do país e fomentar oportunidades para a exportación. Está clara a complementariedade da contorna natural costarrriqueña, quizais neste campo a posibilidade de traballar interdisciplinariamente e a integración con tecnoloxías novas se podería converter na punta de lanza das novas empresas da economía costarrriqueña 2025.

O terceiro gran desafío é articular correctamente o investimento estranxeiro na axenda de desenvolvemento nacional, aínda que se trata de efectos escala importantes, o esforzo por aproveitar mellor os investimentos en ciencia, tecnoloxía e innovación debe de ser aínda maior, para non só quedar como un país maquilador de terceira xeración ou converterse en apéndice das estratexias corporativas das multinacionais de alta tecnoloxía. Este é un labor importante no desenvolvemento de coñecemento e tecnoloxía local e o fortalecemento dos vínculos entre as industrias e a universidade.

Está claro que ao longo destes trinta anos de desenvolvemento o que aprendemos, ningunha industria, e moito menos una de base tecnolóxica, aparece da noite para a mañá ou é simplemente produto da casualidade ou do mercado en competencia como algúns quixeron mencionar. É e reflicte un esforzo claro de acumulación de competencias tecnolóxicas dentro do sector e, sobre todo, dun mínimo de recursos humanos con capacidades que teñen a posibilidade de aproveitar vantaxes de mercado, tales como as de demanda xerada desde o sector público do mesmo xeito que condicións de acceso a oportunidades de emprendemento dentro do sector. É entón, un claro resultado da formación universitaria e da investigación, desenvolvida por décadas dentro das universidades públicas.

O escalonamento da industria requiriría de recursos frescos e a internacionalización da economía foi o alicerce para acceder a ese investimento no país, o que á súa vez significou un impulso ao emprego cualificado e ben remunerado. Non é fácil ter un sector de preto de 40 mil empregos nun país pequeno como Costa Rica,

tampouco é a panacea, pero si resulta importante nun momento no que o mundo vive unha das crises de emprego máis importantes da súa historia.

A co-evolución de institucións e de tecnoloxías foi coidadosa en permitir unha ampla gama de innovacións e deu flexibilidade ás empresas para afrontar a contorna cambiante e os desafíos que se presentaron ata o presente. Os esquemas de traballo do sector son cada vez máis sólidos e viñéronse aproveitando outros ámbitos e necesidades non cubertas na década anterior, tales como a normalización e a calidade do produto. O reto entón é facer que o adolescente que hoxe representa a industria de software se gradúe con honra nun mundo competitivo, algo que sen ningunha dúbida, está por verse no futuro próximo.

Bibliografía

- Agosín, M.; Gitli, E.; Vargas, L. (1996): “La promoción de exportaciones en Costa Rica, elementos para una tercera etapa”, Documento preparado para el COMEX en el diseño de la Segunda Generación de Incentivos a la Exportación. San José, Costa Rica.
- Arocena, R.; Sutz, J. (2001): “Sistemas de innovación y países en desarrollo” SUDESCA Seminario de El Salvador, Mayo.
- Brenes, L.; Govaere, V. (2008): “La industria del software en Costa Rica”, *Revista Comercio Exterior*, 58 (5), Mayo.
- Calderón, E.; Marin, G. (2010): “Historia de vida de tres mujeres pioneras de la computación en Costa Rica”, Documento de la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática, San Pedro, Costa Rica.
- CAMTIC (2010): *Costa Rica: verde e inteligente 2.0*.
- CAMTIC-FLACSO (2008): *Percepción de los empresarios sobre la calidad de la formación por centro de enseñanza*. San José, IDRC.
- Castro-Sánchez, F. (2004): *Los estudios sobre ciencia y tecnología frente a la relación Sociedad-Universidad-Investigación-Innovación*. Matanzas, Colombia, Noviembre.
- CEPAL (2010): *La inversión extranjera directa en América Latina. Cap V: La inversión extranjera directa en la industria del software en América Latina*.
- CEPAL (2003) *El caso de la industria de software y productos informáticos. JICA-CEPAL sobre fuentes del crecimiento económico en Argentina*.
- Cortes-Aldana, F. (2006): “La relación universidad-entorno socioeconómico y la innovación”, *Revista Ingeniería e Investigación*, 26 (2), pp. 94-101.
- Doutriaux, J.; Barker, M. (1995): *The University-Industry relationships in science and technology*, (Occasional Paper No 11 August). Canada.
- Etxkowitz, H. (2002): *The Triple Helix of University-Industry-Government. Implication for policy and evaluation*. (Working Paper, Science Policy Institute No 11).
- Fernández de Lucio, I. y otros (2000): “La relación Universidad-Empresa: entre la transferencia de resultados y el aprendizaje regional”, *Revista Espacios*, 21 (2).

- GITR (2012) *The Global Information Technology Report 2012: Living in a Hiperconnected World*. World Economic Forum.
- Gregersen, B.; Johnson, B. (1997): *How do innovation affect economic growth? Some different approaches in economics*, ISE, January.
- Gulbrandsen, M.; Nerdrum, L. (2007): *University-Industry relations in Norway*. (TIK Working Paper on Innovation Studies).
- Handan, H.; Yusol, F.; Dasimah, O.; Faizul, A.; Nasrudin, N.; Islak Che, A. (2011): "University industrial linkages: relationship towards economic growth and development in Malaysia", *Word Academy of Science, Engeneering and Technology*, 58.
- Hewih, J.; Monge, R. (2007): *Mapeo del sector TICS de Costa Rica*.
- Martín, M. (2000): *Managing University-Industry relations: A study of institutional practices from 12 different countries*. (UNESCO working document, January).
- Martínez-Piva, J. M. (2011): *Incentivos públicos de nueva generación para la atracción de inversión extranjera directa IED en Centroamérica*. CEPAL-México, Estudios y Perspectivas, 134.
- Mochi-Aleman, P. (2006): *La industria del software en América Latina*.
- Monge, J. (2002): *Encadenamientos globales y pequeñas empresas en Centroamérica. Cap 1: Industrial up-grading en el sector de software en Costa Rica*.
- Ramirez-Salazar, M.; García-Valderrama, M. (2010): "La alianza Universidad-Empresa-Estado: Una estrategia para promover innovación". *Revista EAN*, 68, Bogotá, pp. 112-133.
- Segura, O.; Vargas, L. (1999): "Institutional innovation and policy learning in Costa Rica". *TRIPLE HELIX Conference*, Rio de Janeiro, Brasil.
- Segura, O.; Vargas, L. (1998): *Las políticas de innovación en Costa Rica. SUDESCA serie*, Aalborg University.
- Vargas, L. y otros (2003): *La Industria del Software en Costa Rica: Bases para la Definición de un Plan Estratégico Nacional*, Reporte de investigación para CAPROSOFT, CINPE-UNA.
- Vargas, L. (2003): *Sistema Nacional de Innovación y vinculación sector público-privado: El Caso de Costa Rica*. Documento para CEPAL-OMPI.
- Vargas, L. (2003): "Crecimiento exportador y dinámica tecnológica en Centroamérica: más allá de los mitos", *Conferencia Internacional sobre Innovación y Desarrollo*, Managua, Nicaragua. (Documento de trabajo del CINPE n° 13).
- Vargas, L.; Lindegaard, K. (2002): "New economies and innovation in developing countries: the case of INTEL in Costa Rica", *DRUID Conference*, Copenhagen, Denmark.
- Vargas, L.; Miranda, D. (2000): "Aprendizaje institucional y patrón de especialización en Centroamérica", artículo para el libro *CEPAL-UAM-CONACYT*, México.
- Vargas, L.; Lindegaard, K. (2000): "Export Specialization and political system of innovation", *TRIPLE HELIX Conference*, Rio de Janeiro, Brasil.

- Vargas, L. (1999): “Aprendizaje institucional y la promoción de la innovación en Costa Rica”, *Reunión CONACYT-OEA*, Acapulco, México.
- Vargas, L. (1996): *Competitividad y política industrial: el caso de Costa Rica*, San José: Ed. Fundación Friedrich Ebert FES.
- Velho, L.; Velho, P.; Daut, A. (1998): “Las políticas e instrumentos de vinculación Universidad-Empresa en los países del MERCOSUR”. *Revista Educación y Sociedad*, 9 (1), pp. 51-76.
- Villasuso, J. M. y otros (2006): “Desarrollo de las TICS en Costa Rica”, en UCR-PROSIC: *Informe hacia la sociedad de la información y el conocimiento en Costa Rica*.
- WCR (2012): *The Global Competitiveness Report*, World Economic Forum.

SEGUNDA PARTE

INNOVACIÓN E EMPRENDEMENTO NO ÁMBITO DAS CIENCIAS DA VIDA

CAPÍTULO 4. MEDICON VALLEY: A EXPERIENCIA DUN BIOCLUSTER MADURO

María del Carmen Sánchez Carreira
Universidade de Santiago de Compostela
Departamento de Economía Aplicada
Avenida do Burgo, s/n, 15782, Santiago de Compostela
carmela.sanchez@usc.es

Xavier Vence Deza
Universidade de Santiago de Compostela
Departamento de Economía Aplicada
Avenida do Burgo, s/n, 15782, Santiago de Compostela
xavier.vence@usc.es

Óscar Rodil Marzábal
Universidade de Santiago de Compostela
Departamento de Economía Aplicada
Avenida do Burgo, s/n, 15782, Santiago de Compostela
oscar.rodil@usc.es

Resumo: O obxectivo deste traballo é analizar a experiencia de Medicon Valley, un biocluster completo e maduro, centrándose nas políticas aplicadas para a súa emerxencia e desenvolvemento. Abórdase dende unha perspectiva evolucionista, baseada no enfoque de políticas estratéxicas de innovación. Medicon Valley presenta varias peculiaridades que converten o seu estudo en valioso: o seu carácter binacional e a complexidade institucional que representa este feito, a súa orixe baseada na industria farmacéutica, o predominio de políticas horizontais e o seu carácter sistémico.

Preténdense identificar os factores clave para a emerxencia dun cluster biomédico e, así, obter recomendacións para o deseño de políticas estratéxicas que permitan o seu desenvolvemento noutro país ou rexión, tendo en conta as especificidades (recursos, capacidades, institucións) propias de cada caso.

Palabras chave: políticas estratéxicas, ciclo de vida industrial, cluster, biomedicina, Medicon Valley

4.1. Introducción

O principal obxectivo deste traballo é analizar as políticas aplicadas para a emerxencia e o desenvolvemento dun cluster biomédico. Estúdase a experiencia de Medicon Valley, un biocluster completo e maduro, localizado en Øresund, unha rexión transfronteiriza situada entre Dinamarca e Suecia.

A análise realízase dende a perspectiva evolucionista e dinámica das políticas estratéxicas de innovación. Dito enfoque baséase na teoría do ciclo de vida industrial ampliado, que considera distintas fases ao longo do desenvolvemento dun sector.

O resultado do estudo permitirá identificar os factores clave para o desenvolvemento dun cluster biomédico e, así, obter recomendacións para o deseño de políticas estratéxicas que permitan o seu desenvolvemento noutro país ou rexión. En calquera caso, á hora de deseñar políticas deben terse en conta as especificidades (recursos, capacidades, institucións) propias de cada caso.

O cluster Medicon Valley presenta varias peculiaridades que converten o seu estudo en valioso: o seu carácter binacional e a complexidade institucional que este feito representa, a súa orixe baseada na industria farmacéutica, o predominio de políticas horizontais e o carácter sistémico.

Este traballo estrutúrase en cinco apartados, ademais da introdución e bibliografía. Primeiramente, abórdase o enfoque de políticas estratéxicas no sector biomédico. En segundo lugar, descríbese o cluster de Medicon Valley, en particular, os seus elementos e axentes. En terceiro lugar, analízanse os factores clave para o nacemento e a evolución do cluster, centrándose na súa orixe e as condicións previas o seu xurdimento, o papel das institucións e as políticas aplicadas para favorecer a súa emerxencia e desenvolvemento. Posteriormente, analízase a evolución recente do cluster e o impacto da crise. Por último, conclúese con algunhas recomendacións para o deseño de políticas estratéxicas orientadas ao sector biomédico, extraídas da experiencia analizada.

4.2. Políticas estratéxicas no sector biomédico

A biotecnoloxía é un ámbito de desenvolvemento recente, interdisciplinar, complexo e con múltiples aplicacións. Todo iso dificulta a súa definición precisa e a identificación e delimitación clara das fronteiras que separan os distintos ámbitos que a conforman.

Ciencias da Vida (ou Biociencias) é o concepto máis amplo, ao incluír todos os ámbitos científicos relacionados coa bioloxía, medicina, veterinaria, bioquímica, farmacia e outros que fan uso de todos os métodos e tecnoloxías tradicionais e modernas. Comprende as actividades farmacéuticas, biotecnolóxicas e de tecnoloxía médica.

A biotecnoloxía é un subconxunto das biociencias baseadas nas técnicas biotecnolóxicas. A OCDE (2006, p. 9) define biotecnoloxía como «a aplicación da ciencia e a tecnoloxía a organismos vivos, así como a partes, produtos e modelos dos

mesmos, co fin de alterar materiais vivos ou inertes para o desenvolvemento de coñecemento, bens e servizos»¹³.

A biomedicina pode definirse en sentido tradicional ou moderno. No sentido tradicional, é unha ciencia médica baseada na aplicación dos principios biolóxicos e doutras ciencias naturais á práctica clínica. Dita ciencia inclúe campos como a medicina, veterinaria, odontoloxía e outras ciencias biolóxicas¹⁴. No sentido moderno, a biomedicina comparte o mesmo ámbito, pero mediante o uso intensivo dos coñecementos, métodos e técnicas desenvolvidos a través da biotecnoloxía. A biomedicina tamén se denomina biotecnoloxía vermella, en referencia á súa aplicación á saúde (incluíndo o ámbito humano e animal).

A complexidade do sector biotecnolóxico implica retos adicionais aos característicos dos sectores intensivos en coñecemento. En primeiro lugar, destaca a complexidade e diversidade de actividades incluídas na biotecnoloxía e mesmo na biomedicina; que poden variar dende as terapias con células nai ata calquera dispositivo médico; pero tamén inclúe aplicacións agrarias ou ambientais. Ademais, trátase dun sector moi regulado, cun longo período de maduración, con elevados custos de desenvolvemento de novos produtos e cuns niveis de risco e fracaso moi elevados. O seu desenvolvemento recente implica que a maior parte do coñecemento é novo ou se está xerando e, en consecuencia, os produtos potenciais e o propio sector empresarial están afectados por eses cambios. Tamén deben considerarse o papel da demanda, pois o tamaño do mercado potencial é un factor relevante; e a importancia do sector público, polas súas funcións como prestador do servizo sanitario, usuario e comprador.

A biotecnoloxía, debido ás súas características, depende decisivamente da intervención pública (Stankiewicz, 2002; Löfgren e Benner, 2005). Así o demostran varios casos con éxito de bioclusters (Washington, Alemaña, Dinamarca, Suecia, Francia, Israel ou Singapur) (Rosiello e Orsenigo, 2008). O papel do goberno no desenvolvemento da biotecnoloxía pode considerarse global. Dese xeito, comprende múltiples ámbitos, como a investigación, a comercialización, o desenvolvemento industrial, a actitude socio-cultural, a regulación e os dereitos de propiedade intelectual, o fomento de redes e estruturas de colaboración e, a coordinación entre axentes. O apoio público á I+D constitúe un activo central para a evolución dos bioclusters (Löfgren e Benner, 2005); pois os investimentos tenden a localizarse nas áreas máis dinámicas en I+D (Cooke, 2004).

As políticas estratéxicas (*targeted policies*) representan unha nova perspectiva da política de innovación, baseada no concepto desenvolvido por Avnimelech e Teubal (2008). Trátase dunha perspectiva sistémica e evolucionista, centrada en desencadear, reforzar e manter procesos evolucionarios de emerxencia de estruturas multiaxente (cluster, sector, mercado, produto,...) liderados polo mercado.

Tendo en conta o obxectivo deste traballo centrámonos no cluster como estrutura multiaxente. Seguindo a Porter (1990, 1998), pode definirse un cluster como a concentración de empresas, institucións e demais axentes, relacionados entre si por un

¹³ Esta definición non só inclúe a biotecnoloxía moderna, senón tamén a tradicional. Enténdese por biotecnoloxía moderna o uso de procesos celulares, moleculares e xenéticos na produción de bens e servizos. Está relacionada cun conxunto de tecnoloxías que inclúen o uso do ADN recombinante, fusión de células ou a enxeñaría de tecido celular. A biotecnoloxía tradicional refírese á fermentación e á hibridación de plantas e animais.

¹⁴ Noutras ciencias biolóxicas inclúense bioquímica, química, bioloxía, histoloxía, xenética, anatomía, fisioloxía, patoloxía, enxeñaría biomédica, zooloxía, botánica e microbioloxía.

mercado ou produto, nunha zona xeográfica relativamente definida, de tal modo que conforma en si mesma un polo de coñecemento especializado con vantaxes competitivas. Aínda que as empresas desempeñan o papel central nun cluster, non se debe excluír a outros axentes. De feito, o cluster parece ser máis eficaz, se ademais das empresas, se implican outros actores, como universidades, centros de investigación, institucións públicas e privadas que contribúan á creación, difusión e transformación do coñecemento en actividade económica viable. Nese sentido, para Boschma (2005) un cluster é un conxunto de axentes (privados ou públicos) cun mesmo propósito e fortes relacións motivadas por factores cognitivos, organizativos, xeográficos, sociais ou institucionais. En particular, debe destacarse o papel do sector público, que pode actuar de catalizador para a emerxencia e desenvolvemento dun cluster.

O concepto de cluster converteuse en indeterminado e caótico, tanto en termos do seu ámbito xeográfico, como dos elementos que o conforman, da súa socio-dinámica interna ou da dificultade de datar a súa orixe e identificar o acontecemento crítico que causa a súa aparición (Malmberg e Maskell, 2002; Martin e Sunley, 2003; Moulaert e Sekia, 2003; Wolfe e Gertler, 2004; Asheim *et al.*, 2006; Maskell e Malmberg, 2007; Menzel e Fornahl, 2010; Shin e Hassink, 2011).

Os estudos de cluster tradicionalmente son estáticos, ignorando o seu desenvolvemento ao longo do tempo. O enfoque de políticas estratéxicas analiza a evolución do cluster dende unha perspectiva dinámica ao longo do ciclo de vida, como resultado dun proceso de dependencia da senda (*path-dependence*) (Van Klink e De Langen, 2001; Enright, 2003; Martin e Sunley, 2003, 2006; Lorenzen, 2005; Menzel e Fornahl, 2010; Boschma e Fornahl, 2011; Shin e Hassink, 2011).

Dende unha perspectiva evolutiva, a atención céntrase nas fases de desenvolvemento do cluster, considerando a súa orixe, transformación e declive. Baseándose nas características de cada fase, establécense diferentes etapas de desenvolvemento dun cluster (Enright, 2003; Lorenzen, 2005; Menzel e Fornahl, 2010; Van Klink e De Langen, 2001; Shin e Hassink, 2011).

A orixe do cluster pode ser moi diferente; pero o seu crecemento baséase no fortalecemento dos recursos existentes (Porter, 1998). Os bioclusters desenvólvense a través de procesos acumulativos que levan á concentración dunha masa crítica de empresas privadas, de profesionais, de intermediarios experimentados; e ao desenvolvemento dunha infraestrutura adecuada para apoiar actividades de I+D (Rosiello e Orsenigo, 2008).

O enfoque de políticas estratéxicas baséase na teoría do ciclo de vida industrial ampliado, que parte do carácter evolutivo dun sector ao longo do seu desenvolvemento. Seguindo esa teoría, considérase que un sector pasa por un ciclo de vida, dende a súa xénese ata a madurez, no que se poderían distinguir cinco fases (Avnimelech e Teubal, 2008; Rosiello *et al.*, 2011; Target, 2011): xénese, pre-emerxencia, emerxencia, crise e reestruturación e, consolidación¹⁵.

¹⁵ A xénese constitúe a fase previa á aparición dun sector, na que as condicións previas (precondicións) están presentes ou en proceso de formación. A fase de pre-emerxencia mostra o inicio do sector, cunha certa especialización en I+D, o inicio dalgunha actividade comercial e do investimento. Caracterízase por unha sólida base científica, a súa transferencia á actividade comercial e o desenvolvemento da acción emprendedora. Na fase de emerxencia o sector conta con masa crítica, tanto no eido investigador como empresarial. Na crise e reestruturación, as novas condicións económicas esixen un cambio nas actividades dun sector establecido. A última fase, consolidación, supón a potencial reestruturación e expansión dun sector establecido.

A principal diferenza da teoría do ciclo de vida industrial ampliado coa convencional non é só a existencia de cinco fases, senón que a atención se centra especialmente nas fases previas á emerxencia do sector. Tamén debe destacarse que en cada fase se desenvolven os elementos ou factores impulsores necesarios para a transición á seguinte etapa. Polo tanto, ao longo das distintas fases coexisten diversos factores que poden impulsar ao sector cara á súa madurez. Eses factores poden considerarse como dimensións de tipo estratéxico ou táctico (Target, 2011).

As dimensións estratéxicas contemplan aquelas accións que van dende o propio coñecemento sobre a situación e evolución do sector ata o establecemento de obxectivos estratéxicos realistas. Así, inclúe aspectos como a decisión oficial, o compromiso político de longo prazo, a avaliación realista do sector e a visión.

Entre os niveis estratéxico e táctico, atópase a necesidade de identificar aos axentes que poidan desempeñar a función de Comité Estratéxico. Este Comité sería a organización (ou consorcio) encargada de guiar, avaliar e asesorar sobre as diferentes políticas necesarias para conseguir os obxectivos establecidos no mapa de ruta estratéxico.

As dimensións de carácter táctico refírense aos pasos necesarios para poder completar con éxito o proceso de desenvolvemento do sector seleccionado. Inclúe o conxunto de accións que deberían considerar os deseñadores de políticas co obxectivo de contribuír ao desenvolvemento do sector nas súas diferentes fases. Este tipo de accións deberían levarse a cabo tratando de adaptarse á visión e evolución do sector nun contexto global dinámico e cambiante. Entre os aspectos que inclúe, atópanse a identificación dos axentes involucrados no sector; a identificación de puntos críticos ou debilidades; o deseño e execución das medidas necesarias para alcanzar obxectivos específicos (no ámbito da base científica, os recursos humanos, o financiamento ou a cooperación) e a avaliación.

O enfoque estratéxico conducirá a un mapa de ruta estratéxico que poidan utilizar os deseñadores de políticas para determinar os cambios, intervencións e cooperación necesarios para alcanzar un sistema de innovación biotecnolóxico operativo. Cómpre ter en conta que o deseño de políticas debe adaptarse á fase de desenvolvemento do cluster. Por iso, é fundamental coñecer a situación real do sector e se se reúnen as condicións para pasar á seguinte fase. Tamén resulta crucial contar con mecanismos de avaliación da estratexia. Iso permite o *feedback* aos *policymakers* sobre a efectividade das políticas aplicadas.

4.3. Medicon Valley: un biocluster maduro

Medicon Valley é un biocluster completo, ben situado tanto a nivel europeo como mundial¹⁶. Unha importante singularidade deste cluster constitúea o feito de ser binacional, ao localizarse en Øresund, unha rexión transfronteiriza entre Dinamarca e Suecia¹⁷. Isto implica maior complexidade para o deseño de políticas e a súa coordinación.

Dinamarca e Suecia son países líderes no eido da biotecnoloxía, dende o punto de vista da investigación e da industria, como manifestan as estatísticas e informes

¹⁶ Está considerado o terceiro cluster biotecnolóxico de Europa. No ámbito mundial, estaría entre os 10 primeiros, aspirando a converterse nunha das cinco biorrexións máis atractivas do mundo en 2020.

¹⁷ Comprende a illa de Selandia no leste de Dinamarca e unha parte da rexión de Escania no sur de Suecia.

internacionais (European Commission, 2002; OCDE, 2006, 2009; Ernst & Young, 2003, 2004, 2008, 2010, 2011). O peso do cluster en cada país difire notablemente, concentrando a maior parte da súa actividade en Dinamarca. *Vinnova* (2008, 2011) estima que a parte danesa do cluster representa o 92% da actividade de biotecnoloxía nese país; mentres que a parte sueca só supón o 19% da actividade biotecnolóxica correspondente a ese país. Esa menor importancia está relacionada coa existencia doutros bioclusters importantes. Destaca o de Uppsala-Estocolmo, que é o maior de Suecia e que contou cun gran apoio público para o seu nacemento; e despois os de Gotemburgo, Linköping e Umeå. En Dinamarca, o centro da actividade biotecnolóxica localízase na área de Copenhague. Ademais, xurdiron clusters máis pequenos relacionados coa biotecnoloxía aplicada á saúde nas cidades de Aarhus, Odense e Aalborg.

A continuación, describimos os principais elementos que compoñen este cluster ou o seu sistema de innovación biotecnolóxico. Comezamos polo sector empresarial, continuando pola investigación e as estruturas de apoio.

En Medicon Valley hai 350 empresas de biotecnoloxía relacionadas coas ciencias da vida. En 2009 esas compañías empregaban a 39.800 persoas. Como se pode observar na Táboa 1, as empresas e, especialmente, os empregados tenden a concentrarse en Dinamarca (61,4% e 84,9%, respectivamente), o que indica un tamaño medio maior das empresas danesas. Predominan as empresas pequenas, aínda que as empresas grandes e mesmo multinacionais teñen unha presenza significativa. De feito, as trinta compañías máis grandes¹⁸ representan o 75% do emprego neste sector.

Táboa 1. Empresas e emprego no sector das ciencias da vida en Medicon Valley en 2009

	Parte danesa	Parte sueca	Medicon Valley
Empregados	33.800	6.000	39.800
Número de empresas	215	135	350

Fonte: Vinnova (2011)

As empresas do cluster realizan unha ampla variedade de actividades. O maior número de empresas dedícase á tecnoloxía médica (medtec), ascendendo a 166. Hai 84 empresas biotecnolóxicas e 27 empresas farmacéuticas. En Suecia, predominan claramente as empresas medtec; mentres que en Dinamarca destacan tanto as aplicacións farmacéuticas como médicas. O elevado número de empresas do sector supuxo o desenvolvemento de provedores de servizos e organizacións de apoio ao sector. Entre outras, cómpre destacar a existencia de 67 *Contract Research Organizations*¹⁹ (CRO) e 29 *Contract Manufacturing Organizations*²⁰ (CMO), recoñecidas pola súa acreditada calidade. Esta estrutura empresarial leva a que Medicon Valley presente a cadea de valor farmacéutica máis completa do mundo, só comparable coa de Boston (Pålsson e Gregersen, 2011; Boston Consulting Group, 2002).

¹⁸ Todas esas empresas superan os 250 empregados, aproximándose algunhas a 10.000. Entre elas están Novo Nordisk, Lundbeck, Leo Pharma, Nycomed, Ferring, AstraZeneca, Pfizer ou ALK Abelló.

¹⁹ As CRO son organizacións que prestan servizos de apoio á industria farmacéutica e biotecnolóxica, que permiten externalizar actividades de investigación clínica.

²⁰ As CMO son organizacións que atenden as necesidades da industria farmacéutica e ofrecen aos clientes servizos integrais en todo o proceso de desenvolvemento dun medicamento ata a súa produción.

Neste cluster atópanse compañías multinacionais²¹, pero tamén hai moitas empresas nacionais e mesmo de ámbito local. Gran parte destas empresas son *spin-offs* de orixe universitaria, especialmente en Suecia. En Dinamarca é máis frecuente a creación de novas compañías con orixe nas empresas farmacéuticas ou biotecnolóxicas. O 55% das empresas de biotecnoloxía creadas na parte danesa do cluster proceden da investigación universitaria e o 45% restante ten a súa orixe noutra empresa (Gestrelus, 2008).

No ámbito universitario, Medicon Valley conta con doce universidades, das que seis ofrecen formación no campo das ciencias da vida. Iso supón aproximadamente 45.000 alumnos en titulacións relacionadas coas ciencias da vida e 7.000 graduados por ano. Ademais, uns 2.600 estudantes realizan o doutoramento en ciencias da vida nas universidades de Lund e Copenhague, as que contan con máis tradición nese eido científico.

A investigación universitaria é de gran calidade a nivel internacional, cun elevado número de publicacións biomédicas (3.200 artigos publicados e 15.000 artigos revisados anualmente), case a metade delas (o 45%) en revistas de alto impacto. A investigación biomédica pública realizada nas universidades ten un orzamento mínimo de 300 millóns de euros por ano.

Aínda que a investigación pública en biotecnoloxía se realiza maioritariamente nas universidades, tamén se deben mencionar os 10 institutos de investigación e os 12 centros de excelencia²² creados nos últimos anos. Ademais, no cluster hai trinta e tres hospitais, once deles universitarios. Na súa maioría realizan investigación clínica de gran calidade. Esas competencias clínicas unidas á calidade da investigación biomédica universitaria forman a base para fortalecer a investigación traslacional²³.

Medicon Valley presenta unha sólida base científica no sector biotecnolóxico, tanto no ámbito privado como público. Segundo Medicon Valley Alliance (2009), o cluster representa o 13,5% de actividade do I+D biotecnolóxico na UE en 2006. O sector privado inviste máis que o sector público na I+D. As empresas de ciencias da vida máis intensivas en I+D investiron 2.500 millóns de euros en 2010, segundo o *EU Industrial R&D Investment Scoreboard*. Destaca claramente a empresa biofarmacéutica Novo Nordisk co maior gasto en I+D (1.270 millóns de euros).

As principais fortalezas do cluster concéntranse na actividade e investigación nas áreas de diabetes e metabolismo, neuroloxía, cancro, inflamación e alerxias. Ademais, atópase á vangarda da medicina personalizada e estase convertendo en referencia en bioinformática e investigación con células nai.

²¹ Algunhas multinacionais localizan a súa sede en Medicon Valley. No cluster tamén están presentes empresas farmacéuticas que lideran o sector a nivel mundial.

²² Entre eles destacan o Centro Biomédico (Lund), o Centro de Investigación Clínica (Malmö), o Biocentro (Copenhague), o Centro para a Investigación da Diabetes e as Células Nai (Lund), o Centro SweGen-Proteómica (Lund), o Instituto de Investigación de Copenhague, o Instituto Statens Serum (Copenhague) e o Instituto de Tecnoloxía de Lund. A Fundación Novo Nordisk creou o Centro para a Investigación das Proteínas na Universidade de Copenhague e financia un dos maiores biobancos a nivel mundial no Instituto Statens Serum. Exemplos de centros de excelencia son o Centro para a Nanotecnoloxía e Bioloxía das Células Nai (Lund); Centro para a Bioinformática e a Biotecnoloxía Microbiana na Universidade Técnica de Dinamarca; o Centro para a Xenómica e a Epigenética na Universidade de Copenhague.

²³ A investigación traslacional baséase na colaboración entre a investigación básica e a clínica, para transferir o coñecemento dende o laboratorio ao paciente. O seu obxectivo é facilitar a transición da investigación básica en aplicacións clínicas que repercutan no beneficio da saúde.

Tamén debe mencionarse a infraestrutura de alto nivel prevista para o futuro, con dous proxectos moi ambiciosos en Lund (a Fonte de Espalación Europea e o Max-4 no laboratorio Max), que se atopan en fase de construción. A existencia desas infraestruturas pode constituír un novo factor de atracción para investigadores e empresas.

En relación á estrutura de apoio, o cluster conta con sete parques tecnolóxicos e seis incubadoras. Dous deses parques e tres incubadoras céntranse no sector de biotecnoloxía/ciencias da vida. Destaca o parque científico *COBIS (Copenhagen Bio Science Park)*, o primeiro dedicado exclusivamente ás biociencias, que iniciou a súa actividade no ano 2009 e que conta coa súa propia incubadora²⁴. As universidades e os principais hospitais dispoñen das súas propias oficinas de transferencia de tecnoloxía, para axudar aos científicos a comercializar os seus resultados de investigación.

No ámbito financeiro, destaca o desenvolvemento do capital risco, coa existencia de numerosas organizacións rexistradas para actuar no cluster. O desenvolvemento e funcionamento deste sector en Suecia e, sobre todo, en Dinamarca é dos máis dinámicos de Europa. Dez das entidades de capital risco presentes no cluster dedícanse especificamente á biomedicina/ciencias da vida en Dinamarca e catro en Suecia, xestionando ao redor de 1,6 millóns de euros. Aproximadamente a metade do capital risco procede de investidores estranxeiros.

4.4. Factores para a emerxencia do cluster

4.4.1. Orixe e fortalezas do cluster

Medicon Valley considérase un biocluster consolidado e con éxito. Trátase dun caso mixto, baseado na combinación das forzas de mercado e as políticas aplicadas. A orixe do cluster atópase na presenza da actividade industrial, dominada polas empresas farmacéuticas, existindo algunhas empresas de tamaño medio dedicadas á actividade terapéutica ou de tecnoloxía médica.

Esa base industrial resulta determinante para a emerxencia e desenvolvemento do cluster (Rosiello 2005, IRIS Group, 2009; Vinnova, 2001, Boston Consulting Group, 2002; Cooke, 2007). A industria farmacéutica contribúe á acumulación de base científica e persoal altamente cualificado, a través das seguintes vías:

- Asegura un fluxo de traballadores de alta cualificación (investigadores, técnicos ou executivos) cara ás pequenas empresas biotecnolóxicas. Así, unha enquisa mostra que o 42% dos empregados de empresas biotecnolóxicas de Medicon Valley proceden de empresas farmacéuticas.
- Inverte en empresas biotecnolóxicas, pois novas empresas creáronse como *spin-outs* de empresas farmacéuticas.
- Eleva o nivel de investigación do cluster: directamente, porque realiza a maior parte da I+D do cluster e porque colabora en proxectos con grupos de investigación académicos; e indirectamente, a través do financiamento e comercialización dos resultados da investigación²⁵.

²⁴ Este novo axente é o resultado da visión política do Ministerio danés de Ciencia, Tecnoloxía e Innovación e a rexión da capital, sendo creado para consolidar as capacidades biotecnolóxicas da rexión.

²⁵ As grandes empresas farmacéuticas en Dinamarca, como Novo Nordisk ou Lundbeck, tenden a ser propiedade de fundacións privadas que contribúen de forma significativa a financiar a investigación, tanto pública como privada, con axudas, doazóns e infraestrutura. A Fundación Knut e Alice Wallenberg

- Transferir o seu coñecemento (*know-how*) no desenvolvemento de medicamentos ás empresas biotecnolóxicas locais, constituíndo un factor clave para atraer investimentos.

Sobre esa base industrial, a comezos dos anos noventa tómake a decisión política de orientarse á biotecnoloxía. Así, as autoridades rexionais deciden centrarse nese sector para coordinar os esforzos e reforzar as capacidades, vantaxes e sinerxías.

Ademais da tradición industrial, existe unha base científica de alta calidade no eido biomédico, tanto pública como privada. A experiencia en investigación clínica tamén desempeña un papel relevante. Medicon Valley é unha rexión atractiva para a realización de ensaios clínicos, por varias razóns: a súa experiencia e calidade en investigación clínica, a longa tradición de rexistros nacionais completos con datos da saúde da súa poboación, a facilidade para obter permisos para usar eses rexistros e notificar as enfermidades, a existencia de biobancos, as altas taxas de participación en ensaios clínicos e baixa taxa de abandono e, a boa reputación das autoridades regulatorias, debido á rapidez do proceso de aprobación e á súa acreditada calidade.

Outros elementos importantes para o desenvolvemento do cluster constitúenos a existencia de entidades de capital risco, unha contorna favorable ao empresariado e á innovación e, a tradición de colaboración entre universidades, industria e hospitais.

A ampla gama e intensidade de axentes (universidades, hospitais, grandes empresas mesmo internacionais e centenas de pequenas e medianas empresas) localizados nunha área xeográfica pequena convérteno no cluster máis denso de Europa. Este feito constitúe unha das vantaxes máis destacadas do cluster de Medicon Valley, asegurando o acceso a un polo de talento significativo (Medicon Valley Alliance, 2009). Estímase que o 60% das empresas de biotecnoloxía que se instalan en Escandinavia elixen Medicon Valley.

Poden considerarse cinco factores chave para determinar o éxito dun cluster, que cobran máis relevancia no caso dunha actividade innovadora e intensiva en coñecemento como a biomedicina. Ditos factores son o nivel e a calidade da investigación; a dispoñibilidade de recursos humanos coas competencias adecuadas; a existencia de infraestrutura apropiada; a comercialización dos resultados da investigación; e o acceso ao capital financeiro, en particular, ao capital risco. Todos eles están presentes en Medicon Valley antes da emerxencia do cluster. As políticas aplicadas serviron para reforzar a interacción e co-evolución entre eses elementos para conformar un biocluster que se desenvolveu e consolidou partindo da base dunhas sólidas precondicións.

En resumo, non se trata dun só elemento illado (a base industrial); senón que existen outros factores esenciais relacionados co desenvolvemento do cluster: a sólida base investigadora (no ámbito académico, empresarial e clínico), o capital risco e o compromiso político (Pålsson e Gregersen, 2011; Rosiello, 2005; Cooke 2003, 2007).

4.4.2. O papel das institucións no desenvolvemento do cluster

Por ser binacional, o cluster está afectado polas políticas de distintos niveis de goberno: no ámbito nacional, os dous gobernos de Dinamarca e Suecia; no ámbito rexional, o tres gobernos de Gran Copenhague e Selandia en Dinamarca e Escania en Suecia; e no ámbito local, varios gobernos, destacando entre eles tres cidades (Lund e

(KAW) é o contribuínte privado máis importante da investigación de Suecia. En Dinamarca, as fundacións de grandes empresas como Novo e Lundbeck desenvolven un papel igualmente importante.

Malmö en Suecia e, Copenhague en Dinamarca). Entre as competencias de ámbito local, destaca a xestión dos hospitais. Esta complexidade institucional implica a necesidade de maior coordinación e articulación entre as políticas nacionais e rexionais e as estratexias locais.

Medicon Valley pode considerarse un exemplo da visión conxunta dos gobernos de Dinamarca e Suecia para crear unha rexión que se convertese nun núcleo europeo da actividade de I+D e produción en ciencias da vida, sobre a base das precondicións favorables (Lundequist e Power, 2002; Störriing, 2007). O deseño da estratexia e a súa posta en práctica corresponde ás autoridades rexionais e entidades locais, constituíndo a forza motriz e iniciadora deste cluster (Störriing, 2007).

A literatura ten prestado menos atención á configuración institucional na evolución dos clusters (Becattini *et al.*, 2009; Boschma e Fornahl, 2011). Factores como a creación de institucións de apoio, a cultura local ou o establecemento dunha marca que identifique o lugar poden reforzar a especialización do cluster (Maskell e Malmberg, 2007).

O papel das institucións de apoio considérase crucial, tanto na orixe do cluster, como na súa evolución. Ademais dos actores políticos, outras institucións como o Comité Øresund, *Medicon Valley Alliance*, as universidades, as entidades de capital risco ou as axencias públicas de promoción da rexión tamén son claves. Máis recentemente, Vinnova e VTU xogaron un papel fundamental, debido á súa capacidade para formular e aplicar políticas dende unha perspectiva sistémica.

O momento clave para o inicio do cluster foi a creación do Comité Øresund en 1993, como unha entidade política encargada de promover a cooperación transfronteiriza. En 1994 Øresund pasa a considerarse unha rexión transfronteiriza no marco do programa de fondos estruturais da UE. Como resultado, máis de 250 proxectos rexionais foron financiados polos programas Interreg. Proxectos de gran importancia como *Medicon Valley Academy*, *Øresund University* ou *Øresund Science Region*²⁶ foron iniciados polo Comité Øresund. Tras unha avaliación das competencias locais (base industrial e científica) e as potenciais vantaxes da agrupación e cooperación, as autoridades rexionais deciden centrarse na biotecnoloxía (Nelund e Norus, 2003). Nese contexto, en 1995 iníciase o proxecto Medicon Valley, liderado polas Universidades de Copenhague e Lund. *Vinnova* (2008) reconece o papel destas universidades como promotoras do desenvolvemento do cluster, apoiadas por un grupo de organizacións públicas e privadas. Inicialmente, non existe unha estratexia clara e ambiciosa, máis aló de incrementar a cooperación entre todos os axentes e crear a marca do cluster (Störriing, 2007). De feito, Øresund é considerado un exemplo de boas prácticas tanto no *marketing* de lugares como na cooperación eurorrexional (Hospers, 2006).

²⁶ O Comité Øresund tamén tomou a iniciativa de crear a Universidade de Øresund (*Øresund University*, ØU), un consorcio das catorce universidades e institucións de educación superior localizadas na rexión. O seu obxectivo é integrar a investigación e a educación dos socios no consorcio e, aumentar a súa participación na comunidade internacional e rexional.

Øresund Science Region iniciouse en 2002 como unha plataforma baseada no enfoque da tripla hélice. A *Øresund University*, o tres gobernos rexionais (Capital de Dinamarca, Selandia e Skåne) e, as confederacións industriais danesa e sueca únense para apoiar a industria e aumentar a integración e o crecemento na rexión a través da colaboración entre disciplinas, países e áreas.

Outro elemento crucial foi a creación de *Medicon Valley Alliance* en 1997²⁷. Trátase dunha rede público-privada, que agrupa a todos os actores interesados en promover a integración local e a formación dunha bio-rexión. Esta entidade foi moi activa na promoción da cooperación e a imaxe de marca da rexión a nivel internacional, para atraer novas empresas e capital. O seu papel de liderado foi gañando importancia, ata converterse no actor clave no proceso de redefinición da estratexia do cluster dun xeito máis estratexicamente orientado cara á especialización en determinados eidos²⁸. Ademais, financia programas postdoutorais de colaboración universidade-industria e máis recentemente implantou o Programa Embaixadores das Ciencias da Vida, co obxectivo de aumentar a colaboración e o intercambio con doce clusters de ciencias da vida líderes a nivel mundial en 2012.

As entidades públicas *Vinnova* e *VTU*, que se crearon máis recentemente, desempeñaron un papel chave no desenvolvemento do sector biomédico. Pode considerarse que actúan como Comité Estratéxico, tendo en conta a súa capacidade para formular e aplicar políticas dende unha perspectiva sistémica. *Vinnova* é a axencia governamental creada en Suecia en 2001, como resultado dunha reestruturación na axencia para o desenvolvemento industrial e técnico (*NUTEK*). O seu obxectivo é promover o crecemento sustentable dende unha perspectiva sistémica. Aínda que a maior parte das súas iniciativas son horizontais, a biotecnoloxía considérase unha área prioritaria. Así, conta con programas específicos para promover este eido, concentrando aproximadamente o 20% dos fondos do goberno para a investigación en biotecnoloxía. *VTU* é a Axencia Danesa para a Ciencia, Tecnoloxía e Innovación (*DASTI*) creada en 2006 para formular e aplicar políticas. Esta entidade financia investigación en biotecnoloxía, inviste en institutos de investigación no eido biotecnolóxico e creou *Biopeople* (a Rede Danesa de Innovación en Biotecnoloxía).

Dende 1997 as axencias *Copenhagen Capacity* e *Region Skåne Inward Investment* promoven *Medicon Valley* internacionalmente. *Copenhagen Capacity* é a axencia oficial de investimentos de Gran Copenhague, rexión que promove como localización para industrias intensivas en tecnoloxía como a biotecnoloxía. *Region Skåne Inward Investment* é unha organización financiada publicamente, establecida para promover a rexión de Escania entre os potenciais investidores e que ofrece servizos sen custo ás compañías e organizacións que consideren establecerse nesa área.

Outro elemento importante no desenvolvemento do cluster foi a construción da ponte Øresund inaugurada no ano 2000, que une os dous países.

4.4.3. O papel das políticas de innovación no desenvolvemento do cluster

Centrándonos nas políticas de innovación aplicadas, cómpre destacar a ampla variedade de instrumentos utilizados, cun claro predominio das políticas horizontais²⁹. Debe destacarse a perspectiva sistémica adoptada no deseño das políticas nun dobre sentido. Por unha banda, as políticas consideran todos os elementos do sistema de innovación, incluíndo a interacción, colaboración e coordinación entre eles; doutra banda, moitos dos instrumentos políticos utilizados atenden a diferentes obxectivos. A

²⁷ Inicialmente denominouse *Medicon Valley Academy*, cambiando o seu nome ao actual en 2007.

²⁸ A Iniciativa Beacon lanzada en 2011 trata de identificar unha serie de áreas específicas (*beacons*) nas que a rexión pode ser un referente mundial.

²⁹ As políticas horizontais son neutrais, no sentido de que *a priori* non se dirixen a un sector, tecnoloxía ou produto específico. En cambio, os programas estratexicamente orientados céntranse nun sector ou tecnoloxía particular.

perspectiva sistémica e o compromiso equilibrado entre as distintas áreas políticas contribúen a acadar os obxectivos e a mellorar a efectividade das políticas.

Na fase inicial da estratexia, o desenvolvemento do sector biotecnolóxico apoiouse basicamente nun amplo conxunto de políticas horizontais aplicadas en Dinamarca e Suecia, dirixidas a crear unha contorna favorable á innovación e aos sectores de alta tecnoloxía. O compromiso coa biotecnoloxía maniféstase no apoio á investigación básica, aos recursos humanos e á transferencia de coñecemento (Domínguez, 2007; D'Este e Costa, 2007; Pålsson e Gregersen, 2011). Nesta fase, anterior á creación do cluster, apenas existen medidas especificamente orientadas á biotecnoloxía, coa excepción dalgúns programas que contribuíron a fortalecer a base científica. No ámbito financeiro, a creación de entidades públicas de capital risco (*Industrifonden* en Suecia en 1979 e *Vækstfonden* en Dinamarca en 1992) é un elemento clave para o desenvolvemento do cluster, debido ao seu efecto dinamizador para a creación de novas empresas biomédicas. Estas entidades invisten directamente en empresas e tamén actúan como investidores en fondos de capital risco. Ademais, en Suecia hai que destacar a existencia de *Almi*, unha entidade pública prestamista e provedora de capital, que ten como obxectivo promover o desenvolvemento de pequenas e medianas empresas competitivas, así como o crecemento e a innovación.

O papel das políticas públicas (dende os distintos niveis de goberno) parece incrementarse a medida que o cluster se desenvolve. A mediados dos anos noventa (1993-2000, fase de pre-emerxencia), o carácter das políticas aplicadas é máis amplo e intenso. Aínda que se mantén o predominio das políticas horizontais, presentan unha maior orientación biotecnolóxica, pois aparecen programas especificamente orientados a ese eido. En relación á investigación, iniciativas posteriores pretenden fortalecer a base científica, crear centros de investigación de alta calidade e promover a mobilidade dos investigadores entre as universidades e a industria. No ámbito empresarial e da comercialización, destaca a creación de incubadoras e de empresas especificamente orientadas a investir en actividades empresariais de alto risco. Estas entidades tamén son moi relevantes ao actuar como investidoras na etapa máis incipiente do desenvolvemento dunha nova iniciativa empresarial. Ao mesmo tempo, emerxen novos programas para apoiar a creación de pequenas empresas biotecnolóxicas. A axencia sueca *NUTEK*, dedicada ao desenvolvemento industrial e tecnolóxico, desempeñou un importante papel no fomento do empresariado. Asemade, as entidades públicas ofrecen créditos e programas de garantía, que asumen o 50% das perdas do investimento empresarial, ou ben a través do capital risco. Igualmente, estimulan ao sector financeiro a incrementar os seus préstamos a *start-ups*. Por outra banda, empregáronse novos instrumentos para mellorar a transferencia do coñecemento entre universidades e empresas e apoiar a comercialización da investigación no eido biotecnolóxico e biomédico.

As políticas utilizadas dende o ano 2000 (fase de emerxencia) céntranse en novos programas especificamente orientados ao ámbito biotecnolóxico e biomédico para fortalecer os recursos humanos, o empresariado, a comercialización e a colaboración. No ámbito das políticas de investigación, os dous países consideran áreas estratéxicas a biotecnoloxía (especialmente o eido relacionado coa saúde) e as ciencias da vida. Obsérvase unha maior orientación cara á investigación aplicada e programas interdisciplinares (que combinan a nanotecnoloxía, a biotecnoloxía e as tecnoloxías da información e a comunicación). A promoción do empresariado é outro dos obxectivos das políticas aplicadas nesta fase. Un instrumento particular constitúeno os programas de apoio para a creación de novas empresas e o crecemento das xa existentes, que se

centran especialmente nas empresas intensivas en I+D. Tamén hai que destacar o establecemento en Dinamarca do parque biocientífico (*COBIS*) en 2009, que representa o primeiro dedicado exclusivamente á biotecnoloxía. Estes dous elementos reforzan os seus efectos coa utilización de programas dirixidos a promover a comercialización no eido biomédico.

A maioría dos instrumentos políticos aplicados avaliáronse durante e despois da súa posta en práctica. Dita avaliación realizouse dende unha perspectiva xeral, ao non establecerse obxectivos específicos e cuantitativos. A existencia desas avaliacións mostra o compromiso do goberno para acadar os obxectivos e mellorar o funcionamento das políticas. En xeral, as políticas utilizadas parecen ser efectivas; atopándose os peores resultados nas medidas relacionadas coa comercialización da investigación. Por outra banda, diversos informes destacan a interacción limitada entre los dos países (Medicon Valley Academy, 2004; Boston Consulting Group, 2002; IRIS Group, 2009). Porén, a interacción semella estar mellorando recentemente (Pålsson e Gregersen, 2011).

Por último, a maioría das políticas foron de planificación plurianual, manténdose activos moitos programas ao longo do tempo. Isto demostra a súa eficacia e o compromiso de longo prazo de apoiar o desenvolvemento dun novo sector.

4.5. A evolución recente do cluster e o impacto da crise

Medicon Valley constitúe un bo exemplo dun cluster completo e consolidado, que no ano 2000 alcanzou a fase de emerxencia, caracterizada pola existencia de masa crítica nos ámbitos científico e industrial. Algúns elementos que permiten identificar esa fase e que mostran o dinamismo do sector son o crecemento do emprego, a creación de novas empresas, un importante número de produtos en desenvolvemento, a cotización de empresas no mercado de valores a través de OPV (14 compañías dende 1996, delas 12 dende o ano 2000) ou o impacto internacional das empresas biotecnolóxicas a través de alianzas internacionais (maioritariamente con empresas de Estados Unidos).

Dende a súa creación, o cluster amosa unha evolución positiva, cun crecemento substancial no número de empresas e empregados. No ámbito empresarial, detéctase un cambio relevante: a aparición de numerosas empresas biotecnolóxicas de pequeno tamaño dende mediados dos anos noventa como novos axentes no sector. Este elemento permite identificar a fase de pre-emerxencia. As políticas de apoio e financiamento ao empresariado parecen ter o seu efecto no incremento da masa crítica de novas empresas biomédicas. De feito, 146 *start-ups* biotecnolóxicas foron creadas en Dinamarca no período 1997-2006, o que implica un incremento de emprego do 30%. A maioría das novas empresas están activas na actualidade, mostrando un bo comportamento.

Outros indicadores como ingresos, beneficios, valor engadido ou gasto en I+D tamén mostran ese crecemento. Cómpre destacar a carteira de produtos en desenvolvemento, con aproximadamente 200 produtos nas distintas fases. De feito, Dinamarca presentou en 2008 o maior crecemento de Europa neste indicador. Iso manifesta o desenvolvemento da industria e unha posición de vantaxe para o seu futuro.

Outro feito moi relevante é o desenvolvemento do capital risco, tanto dende a perspectiva da oferta como da demanda. Así, crece o número de investidores, o volume de activos xestionados e o número de empresas participadas. Créanse novas entidades propiedade das entidades públicas, de bancos, incubadoras e mesmo de empresas farmacéuticas. As entidades de capital risco e, en particular, as públicas creadas inicialmente, considéranse un factor clave para o desenvolvemento do cluster. O seu

papel ten sido especialmente relevante nos períodos nos que o capital privado mostrábase máis remiso a investir no sector.

A Táboa 2 presenta a evolución do número de empresas e volume de emprego no período 2003-2009. O emprego incrementouse en Medicon Valley ao redor dun 30% na década 1997-2006 debido á creación de novas empresas; e aproximadamente un 9% no período 2003-2006 (un 10% na parte danesa e un 5% na sueca³⁰). Porén, dende 2006 a actividade está a diminuír lixeiramente, como revelan os datos de emprego (redución dun 8,5% en 2006-2009). Esta evolución podería estar a reflectir o efecto da crise e os cambios no modelo de negocio da industria farmacéutica. O modelo tradicional consistía na integración de todas as actividades bio-farmacéuticas na mesma empresa, mentres que o novo modelo baséase na especialización vertical ou desintegración, o que implica a externalización das actividades de I+D a pequenas empresas especializadas. A estratexia de externalización das grandes empresas farmacéuticas é un factor de gran relevancia para explicar a emerxencia de empresas biotecnolóxicas e de provedores especializados. De feito, as grandes compañías farmacéuticas diminuíron o seu emprego e, reduciron ou «relocalizaron» as súas actividades de produción e I+D dende 2004³¹. A iniciativa *Ideon Medicon Village* trata de aproveitar as infraestruturas e as competencias biomédicas desa área, que abranguen toda a cadea de valor (dende a investigación ata a innovación e o empresariado), para converterse en catalizador e centro de desenvolvemento das ciencias da vida na rexión, estimándose a creación de 1.000 empregos.

Táboa 2. O sector de Ciencias da Vida en Medicon Valley (2003-2006-2009)

	Emprego			Empresas		
	2003	2006	2009	2003	2006	2009
Dinamarca	28.894	37.000	33.800	150	205	215
Suecia	6.072	6.500	6.000	105	145	135
Medicon Valley	34.966	43.500	39.800	255	350	350

Fonte: Vinnova (2005, 2007, 2008, 2011)

Dado que os tres grandes sectores incluídos na industria de ciencias da vida (tecnoloxía médica, biotecnoloxía e farmacia) se superpoñen, a Táboa 3 mostra a importancia dos diferentes subsectores³² e a súa evolución no período 2003-2009. As actividades bio-farmacéuticas predominan claramente, representando case a metade do emprego. En particular, o segmento máis destacado é o descubrimento e desenvolvemento de fármacos. A segunda actividade máis importante é a medtec, representando aproximadamente a cuarta parte do emprego total. Analizando os cambios no período 2003-2009, pódese observar que o segmento máis importante

³⁰ Como a definición de compañía médica ampliouse dende 2006, os datos para o período 2003-2006 non son absolutamente comparables. Por iso, Vinnova (2008) estima a variación de emprego tendo en conta as compañías incluídas en 2003 e aquelas creadas no período 2003-2006.

³¹ Nalgúns casos, a redución de emprego das empresas farmacéuticas derívase de fusións, como sucede con Pfizer e AstraZeneca en Suecia. O exemplo máis recente é o peche da unidade de I+D de AstraZeneca en Lund, con 900 empregados.

³² Esta clasificación baséase nas definicións dos informes de Vinnova. As actividades farmacéuticas refírense ao segmento de produción de medicamentos (non biotec). As actividades biotec consisten nas subministracións e instrumental biotecnolóxico. As actividades de biofarma inclúen o descubrimento e desenvolvemento de fármacos, a administración de fármacos e a bioprodución. As actividades biotec-medtec comprenden o diagnóstico in vitro e a tecnoloxía médica biotec. A biofarma-medtec inclúe as CRO.

(descubrimiento de fármacos e desenvolvemento) é a actividade máis afectada pola caída no emprego, tanto en termos absolutos como relativos. Pola contra, as subministracións e instrumental biotecnolóxico, a bioprodución e as CRO son as actividades con maior crecemento. Aínda que o sector empresarial se diversificou por subsector e tamaño co tempo, as empresas farmacéuticas seguen sendo moi importantes. Cada indicador económico do *EU Industrial R&D Investment Scoreboard* mostra que as compañías farmacéuticas representan máis da metade da actividade e, no caso da I+D representan tres cuartas partes do total.

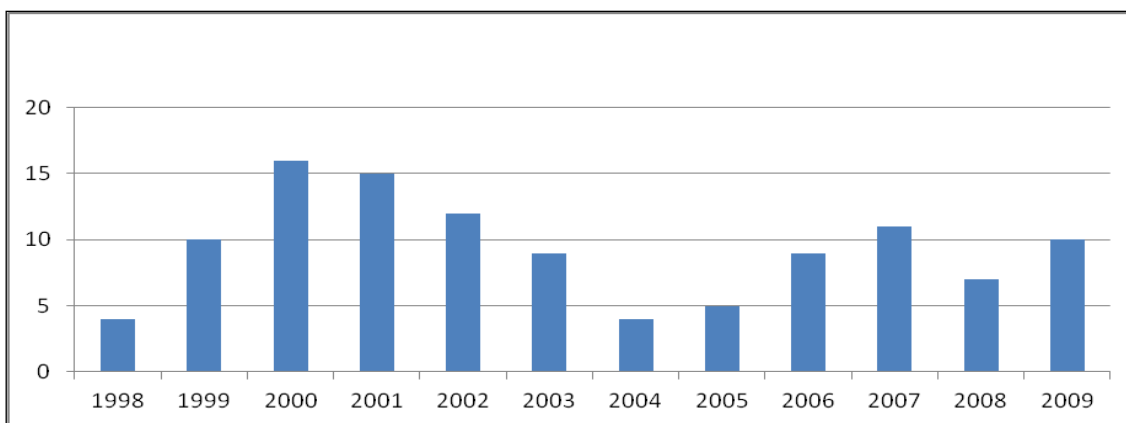
Táboa 3. Distribución de emprego en Medicon Valley por subsector de actividade (2003-2009)

	2003	2009	% 2009	Variación absoluta	% variación
Descubrimiento e desenvolvemento de fármacos	17.872	11.622	29,2	-6.250	-34,97
Administración de fármacos	302	239	0,6	-63	-20,93
Producción de fármacos	1.673	1.552	3,9	-121	-7,22
Diagnóstico in vitro	761	1.274	3,2	513	67,36
Biotec-Medtec	460	517	1,3	57	12,48
CRO	769	1.910	4,8	1.141	148,43
Bioprodución	2.249	7.363	18,5	5.114	227,39
Subministracións e instrumental biotecnolóxico	287	1.035	2,6	748	260,56
Medtec	9.012	10.189	25,6	1.177	13,06
Agrobiotecnoloxía	671	557	1,4	-114	-16,96
Biotecnoloxía ambiental	19	40	0,1	21	109,47
Biotecnoloxía alimentaria	891	1.075	2,7	184	20,61
Biotecnoloxía industrial	-	2.428	6,1	-	-

Nota: As actividades medtec non aparecen desagregadas en 2003, cando a definición é máis limitada.

Fonte: Elaboración propia baseada en Vinnova (2005, 2009, 2011)

A pesar do dinamismo que mostra o sector, dende o inicio do novo milenio obsérvase un descenso no número de novas *start-ups* biotecnolóxicas, como mostra o Gráfico 1. Ese comportamento é coherente coa tendencia común en Europa a priorizar os investimentos nas empresas xa existentes, fronte aos investimentos en novas empresas. A pesar do descenso observado en 2008, non se pode detectar unha tendencia clara no período actual de crise.

Gráfico 1. Start-ups biotecnolóxicas en Medicon Valley (1998-2009)

Fonte: Medicon Valley Alliance

A crise financeira actual ten dificultado o acceso ao capital ás empresas; en moitos casos, nunha fase de desenvolvemento dos seus produtos na que necesitan un importante investimento. Aínda así, a crise non está a supor unha desaparición masiva das empresas biotecnolóxicas, pois moitas empresas de biotecnoloxía están a sobrevivir (Medicon Valley Alliance, 2011). Nos últimos anos creáronse novas empresas biotecnolóxicas: polo menos 28 dende 2007 ata mediados de 2012³³. Das 17 empresas danesas de ciencias da vida con maior investimento en I+D, só dúas diminuíron o seu gasto nos últimos tres anos e, catro reduciron o seu emprego e facturación. En Suecia, das tres empresas analizadas con maior gasto en I+D, este reduciuse en dúas e a facturación e o emprego nunha. O número de novos ensaios clínicos foi diminuindo dende 2005 e, con máis intensidade dende 2008.

Por último, este sector enfróntase a novos desafíos globais que xorden da crise actual. Medicon Valley é un cluster de ciencias da vida sólido a nivel europeo, pero que se atopa nunha encrucillada. Hai máis de 250 clusters de ciencias da vida a nivel mundial, que compiten polos recursos e os novos mercados. De feito, a existencia de alianzas entre cluster importantes, como o Triángulo de Ouro en Reino Unido (Cambridge-Londres-Oxford), o de Boston/MassBio ou San Francisco/BayBio en Estados Unidos, revelan unha contorna en cambio continuo.

A capacidade das institucións para predicir e avanzar nesa situación, adoptando novas medidas ou modificando a estratexia para enfrontarse aos retos actuais, tamén favorece o enfoque de políticas estratéxicas. O novo contexto tamén debe servir como unha oportunidade para repensar a estratexia. De feito, esta crise está a ser utilizada polos líderes de Medicon Valley como unha oportunidade para reconsiderar o futuro do cluster. Neste sentido, a *Iniciativa Beacon 2020* é un bo intento de redefinir a estratexia do cluster dende unha perspectiva máis especificamente orientada. O obxectivo é especializarse nun número de áreas (catro ou cinco eidos de investigación) nos que polas súas competencias a rexión pode converterse nunha referencia mundial e mellorar o atractivo internacional. A primeira etapa (2011-2012) centrouse na recollida de información sobre os activos estratéxicos, as necesidades do mercado e as tendencias futuras. O reto é competir por ser único, «correndo unha carreira diferente, e non a mesma carreira máis rapidamente» (Medicon Valley Alliance, 2011).

³³ Estes resultados son de elaboración propia, cos datos ofrecidos polas bases de datos Medicon Valley Life Sciences, SCANBIT e Medicon Valley Alliance.

4.6. Valoración e implicacións para o deseño de políticas

Medicon Valley representa unha experiencia de éxito de desenvolvemento dun biocluster maduro e consolidado. Os factores clave que permiten a emerxencia e evolución positiva do cluster son as condicións previas favorables e o papel activo do sector público.

Entre as precondicións destaca claramente a forte presenza da industria farmacéutica. A análise deste caso suxire que esa base industrial foi a orixe do cluster, actuando como a forza impulsora inicial. Ademais, contribuíu decisivamente ao desenvolvemento das actividades biomédicas, pois o seu inicio está moi relacionado coa diversificación e consolidación das estratexias das empresas farmacéuticas. Nas primeiras fases incorporan a biotecnoloxía como un novo nicho de negocio e, máis tarde, externalizan esas actividades cara novas empresas biotecnolóxicas de menor tamaño. A industria farmacéutica tamén favoreceu a acumulación de base científica (a través da súa actividade de investigación) e á oferta de capital humano cualificado (tanto investigadores, como técnicos e executivos).

Outras condicións favorables para a emerxencia do cluster son a sólida base científica (tanto pública como privada), a experiencia en investigación clínica, o desenvolvemento do capital risco, unha contorna empresarial dinámica e innovadora e, a tradición de colaboración entre universidades, hospitais e industria.

Sobre a base desas sólidas precondicións, o cluster (e o sector) foi apoiado decisivamente polas autoridades políticas. O papel director das diferentes institucións de apoio (Comité Øresund, *Medicon Valley Alliance*, *Vinnova* ou *VTU*; universidades ou entidades de capital risco) foi crucial dende o comezo do cluster, así como na súa evolución. Ben é certo que o seu papel e importancia foron variando co tempo.

Centrándonos nas políticas de innovación utilizadas, cómpre destacar a ampla variedade de instrumentos utilizados, principalmente horizontais. Existe un gran compromiso coa innovación e os sectores de alta tecnoloxía (incluíndo a biotecnoloxía), compartido polos distintos niveis de goberno dende mediados dos anos oitenta. O papel das políticas vaise reforzando a medida que se está desenvolvendo o cluster. Cada vez adquiren máis importancia os instrumentos estratexicamente orientados á biotecnoloxía. Dinamarca e Suecia, que aplicaron instrumentos políticos especificamente dedicados á biotecnoloxía, combinados con medidas horizontais, superan a media europea e a gran parte dos países na maioría dos indicadores relacionados coa biotecnoloxía.

As principais políticas orientadas á biotecnoloxía centráronse na investigación básica e aplicada, a mobilidade de investigadores entre universidade e industria, os instrumentos de apoio financeiro á creación de empresas (xeralmente en forma de capital risco), e a colaboración entre industria e academia. O papel das políticas públicas para fomentar o espírito empresarial e, sobre todo, para desenvolver as actividades de capital risco parece ser crucial para o éxito deste cluster.

Outro elemento moi destacable é a perspectiva sistémica utilizada no deseño das políticas. As políticas públicas que consideran todos os elementos do sistema de innovación e as interaccións entre eles parecen ser máis efectivas que aquelas políticas que só se dirixen a un elemento do sistema de innovación. Polo tanto, a combinación de diferentes instrumentos e a súa coordinación parece aumentar o seu efecto.

Moitos factores importantes para o éxito deste cluster non se poden replicar. Pero podemos aprender desta experiencia e das políticas aplicadas co obxectivo de

deseñar políticas para outras áreas. Cómpre destacar a énfase en todos os elementos que compoñen o sistema de innovación. A actividade de I+D parece clave, pero non é suficiente. A dispoñibilidade de capital, de recursos humanos, a infraestrutura, a contorna empresarial favorable, a regulación (do mercado de traballo, ensaios clínicos, ...) e a colaboración (formal ou informal) entre os diferentes actores constitúen as principais políticas que permitiron que a actividade biotecnolóxica preexistente na rexión de Øresund se convertera nun biocluster completo e consolidado. Polo tanto, non é un só factor, senón a interdependencia e a co-evolución destes elementos, factores e interaccións favorecidas ou impulsadas polas políticas de promoción, o que resultou fundamental para o desenvolvemento do sector de ciencias da vida. A coordinación e co-evolución destes instrumentos parece ser crucial para o crecemento do cluster. Medicon Valley representa un bo exemplo de como as políticas estratéxicas poden reforzar a aparición dun cluster biomédico sobre a base dunhas sólidas precondicións.

Por todo iso, a traxectoria cara á promoción dun cluster debe combinar os esforzos nos diferentes ámbitos: a base científica e de recursos humanos, a estrutura e o apoio financeiro (sistema de crédito, capital risco,...), as estruturas e as accións de cooperación e colaboración.

A singularidade de cada caso, derivada das condicións propias da súa contorna (os recursos, as capacidades, o marco institucional e as políticas,...), non impide que o modo de deseñar e aplicar unha política estratéxica constitúan un factor crucial. Tendo en conta a importancia de adaptarse ao contexto propio, a análise realizada do cluster Medicon Valley permite obter unha serie de recomendacións ou pautas que poden axudar no deseño dunha estratexia de promoción do sector biomédico dende a perspectiva *target* utilizada neste traballo. A continuación, indícanse algunhas das máis relevantes:

- A existencia dunha entidade encargada da definición, desenvolvemento e seguimento da estratexia; que conte con capacidade e competencias para poñer en práctica as decisións, así como para liderar a estratexia. A forma concreta de organización (pública, privada, mixta) e o seu liderado pode variar segundo o caso e mesmo ao longo do tempo.
- A existencia dun compromiso de longo prazo co desenvolvemento do sector, compartido polos axentes involucrados no sector, tamén os institucionais e, en particular os políticos e, manifestado nunha asignación orzamentaria.
- O seguimento e adaptación da estratexia e a súa avaliación. Cómpre ter en conta que esa tarefa de valoración e avaliación da situación real achega a flexibilidade necesaria para adaptarse a circunstancias cambiantes, como o actual contexto de crise, a situación dos competidores ou os avances no propio desenvolvemento do campo científico. A flexibilidade non debe entenderse de forma contraditoria co compromiso de longo prazo centrado no desenvolvemento do sector.
- A importancia do sector público na promoción e dinamización do sector. Esta actuación pode resultar máis crucial se non existe sector produtivo ao comezo do proceso. A presenza da industria farmacéutica constitúe un factor clave para conseguir un biocluster completo. Os instrumentos que se revelaron críticos para o desenvolvemento do biocluster son os relacionados co financiamento e o apoio á creación de novas empresas innovadoras e, en particular, a existencia de entidades de capital risco de carácter público para apoiar a creación de novas empresas en actividades de alto risco.

Por último, convén resaltar que as políticas que deben aplicarse dependen do nivel de desenvolvemento do sector. Por iso, resulta determinante analizar a situación real do sector (diagnóstico), antes de definir a estratexia. Dita estratexia pode ser de carácter global (desenvolvemento dun biocluster completo) ou concentrarse nun subsector ou nicho de mercado concreto, dependendo das capacidades presentes en cada caso.

Bibliografía

- Asheim, B.; Cooke, P.; Martin, R. (2006): *Clusters and regional development: critical reflections and exploration*. London: Routledge.
- Asheim, B.; Gertler, M. (2005): “The geography of innovation: Regional innovation systems”, en J. Fagerberg, D. C. Mowery; R. R. Nelson (ed.): *The Oxford Handbook of Innovation Oxford*, pp. 291-317. Oxford: Oxford University Press.
- Avnimelech, G.; Teubal, M. (2008): “Evolutionary targeting”, *Journal of Evolutionary Economics*, 18, pp. 151-166.
- Becattini, G.; Bellandi, M.; De Propris, L. (2009): *A Handbook of Industrial Districts*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Boschma, R. (2005): “Proximity and Innovation: A critical Assessment”, *Regional Studies*, 39 (1), pp. 61-74.
- Boschma, R.; Fornahl, D. (2011): “Cluster evolution and a roadmap for future research”, *Regional Studies*, 45 (1), pp. 1295-1298
- Boston Consulting Group (2002): *Commercial Attractiveness of Biomedical R&D in Medicon Valley*.
- Cooke, P. (2003): *Networks and Hierarchies in Bioscientific Knowledge Management*. Paper presented at the DRUID Summer Conference, June 12-14, Copenhagen, Dinamarca.
- Cooke, P. (2004): “Regional Knowledge Capabilities, Embeddedness of Firms and Industry Organisation: Bioscience Megacentres and Economic Geography”, *European Planning Studies*, 12 (5), pp. 625-641.
- Cooke, P. (2007): *Growth Cultures: the Global Bioeconomy and its Bioregions*. London: Routledge.
- D’Este, P.; Costa, J. (2007): *BioPolis - Inventory and analysis of national public policies that stimulate research in biotechnology, its exploitation and commercialisation by industry in Europe in the period 2002-2005. National Report of Sweden*.
- Domínguez, I. (2007): *BioPolis - Inventory and analysis of national public policies that stimulate research in biotechnology, its exploitation and commercialisation by industry in Europe in the period 2002-2005. National Report of Denmark*.
- Enright, M. (2003): “Regional clusters: what we know and what we should know”, en J. Bröcker, D. Dohse and R. Soltwedel (ed.): *Innovation Clusters and Interregional Competition*, pp. 99-129. Berlin: Springer.

- Ernst & Young (2003, 2004, 2008, 2010, 2011): *Beyond Borders. The Global Biotechnology Report*, Cambridge: Ernst&Young.
- Ernst & Young (2008): *Biotech in Denmark 2008. Growing stronger*.
- European Commission (2002): *Biotechnology Innovation Scoreboard 2002*. European Commission Enterprise DG.
- European Commission (2008-2011): *EU Industrial R&D Investment Scoreboard*. Luxembourg: European Union.
- Gestrelus, S. (2008): *Why is Danish life science thriving? A case study of the life science industry in Denmark*. Vinnova: Stockholm.
- Hospers, G.J. (2006): "Borders, bridges and branding: the transformation of the Øresund Region into an imagined space", *European Planning Studies*, 14 (8), pp. 1023-1041.
- IRIS Group (2009): *Towards a strong biotech cluster in the Copenhagen region. An analysis of the key success factors for internationally leading biotech regions*.
- Löfgren, H.; Benner, M. (2005): *The Political Economy of the New Biology: Biotechnology and the Competition*. Paper presented at DRUID Tenth Anniversary Summer Conference on Dynamics of industry and innovation: organizations, networks and systems, Copenhagen.
- Lorenzen, M. (2005): "Why Do Clusters Change?", *European Urban and Regional Studies*, 3, pp. 203-208.
- Lundquist, K.J.; Winther, L. (2006): "The Interspace between Denmark and Sweden: The Industrial Dynamics of the Øresund Cross-Border Region", *Geografisk Tidsskrift-Danish Journal of Geography* 106 (1), pp. 115-129.
- Malmberg, A.; Maskell, P. (2002): "The elusive concept of localization economies: towards a knowledge-based theory of spatial clustering", *Environment and Planning A*, 34, pp. 429-449.
- Martin, R.L.; Sunley, P.J. (2003): "Deconstructing Clusters: Chaotic Concept or Policy Panacea?", *Journal of Economic Geography*, 3, pp. 5-35.
- Martin, R.L.; Sunley, P.J. (2006): "Path dependence and regional economic evolution", *Journal of Economic Geography*, 6, pp. 395-437.
- Maskell, P.; Malmberg, A. (2007): "Myopia, knowledge development and cluster evolution", *Journal of Economic Geography*, 7, pp. 603-618.
- Medicon Valley Academy (2004): *From bioscience to new jobs in Medicon Valley. A Medicon Valley Academy Strategic Report*.
- Medicon Valley Alliance (2011): *Life Sciences Insight, n° 2, n° 4*.
- Menzel, M.P.; Fornahl, D. (2010): "Cluster life cycles: Dimensions and rationales of cluster evolution", *Industrial and Corporate Change*, 19 (1), pp. 205-238.
- Moulaert F.; Sekia F. (2003): "Territorial innovation models: a critical survey", *Regional Studies*, 37, pp. 289-302.
- Nelund, R.; Norus, J. (2003): "Competences and opportunities: building and Island of Innovation apart from Europe's innovative centre", en U. Hilpert (ed.),

Regionalisation of Globalised Innovation. Locations for advanced industrial development and disparities in participation, pp. 193-210. London: Routledge.

OCDE (2006, 2009): *Biotechnology Statistics*.

Orsenigo, L. (2006): "Clusters and clustering in biotechnology: Stylised facts, issues and theories. From clusters to network structures and their dynamics", en P. Braunerhjelm; M. Feldman (eds.), *Cluster Genesis*. Oxford: Oxford University Press.

Pålsson, C.M.; Gregersen, B. (2011): "Biotechnology in Denmark and Sweden", en B. Goransson; C.M. Pålsson (ed.), *Biotechnology and innovation systems: the role of public policy*, pp. 245-273. Cheltenham: Edward Elgar.

Porter, M. E. (1990): *The Competitive Advantages of Nations*. London/Basingstoke: Macmillan.

Porter, M. E. (1998): *On Competition*. Boston, Mass: Harvard Business School Press.

Rosenfeld, S.A. (1997): "Bringing business clusters into the mainstream of economic development", *European Planning Studies*, 5 (1), pp. 3-23.

Rosiello, A. (2005): "Comparing biotechnology innovation systems: the cases of Scotland, Sweden and Denmark", *Innogen Working Paper 35*.

Rosiello, A. (2007): "The Geography of Knowledge Transfer and Innovation in Biotechnology: The Cases of Scotland, Sweden and Denmark", *European Planning Studies*, 15 (6), pp. 787-815.

Rosiello, A. (2008): "Rethinking Innovation Systems in Life Sciences: Implications for Regional and Innovation Policy", *European Planning Studies*, 16 (3), pp. 329-335.

Rosiello, A.; Orsenigo, L. (2008): "A critical assessment of regional innovation policy in pharmaceutical biotechnology", *European Planning Studies*, 16 (3), pp. 337-357.

Rosiello, A., Avnimelech, G.; Teubal, M. (2011): "Towards a systemic and evolutionary framework for venture capital policy", *Journal of Evolutionary Economics*, 21(1), pp. 167-189.

Shin, D.-H.; Hassink, R. (2011): "Cluster Life Cycles: The Case of the Shipbuilding Industry Cluster in South Korea", *Regional Studies*, 45(10), pp. 1387-1402.

Stankiewicz, R. (2002): "The Cognitive Dynamics of Biotechnology and the Evolution of Its Technological System", en B. Carlsson (ed.), *New Technological Systems in the Bio Industries*, pp. 33-52. Boston: Kluwer Academic.

Störriing, D. (2007): *Emergence and growth of high technology clusters*. PhD Thesis, Aalborg University.

Target (2011): *TARGET Policy Report. Promoting the Biotechnology Sector*.

Teubal, M. (1997): "A catalytic and evolutionary approach to horizontal technology policies", *Research Policy*, 25 (8), pp. 1161-1188.

Van Klink, A.; De Langen, P. (2001): "Cycles in Industrial Clusters: The Case of the Shipbuilding Industry in the Northern Netherlands", *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 92 (4), pp. 449-463.

Vence, X; Sánchez, M.C.; Rodil, O. (2013): “Targeting biomed cluster from a mature pharma industry. The Medicon Valley experience”, *Technology Analysis & Strategic Management*, 25 (7), pp. 871-889.

Vinnova (2001): *The Swedish Biotechnology Innovation System*.

Vinnova (2005): *Nationella och regionala klusterprofiler Företag inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik* (authors: Dolk, T. & Sandström, A.).

Vinnova (2007): *National and regional cluster profiles. Companies in biotechnology, pharmaceuticals and medical technology in Sweden 2007* (authors: Dolk, T. & Sandström, A.).

Vinnova (2008): *National and regional cluster profiles Companies in biotechnology, pharmaceuticals and medical technology in Denmark in comparison with Sweden* (authors: Gestrelus, S.; Sandström, A. & Dolk, T.).

Vinnova (2009): *Medicon Valley 2009* (author: Sandström, A.) (Unpublished).

Vinnova (2011): *Life science companies in Sweden. Including a comparison with Denmark* (authors: Sandström, A., Bergqvist, H. & Dolk, T.).

Wolfe, D. A.; Gertler, M. S. (2004): “Clusters from the Inside and Out: Local Dynamics and Global Linkages”, *Urban Studies*, 41 (5/6), pp. 1071-1093.

www.mediconvalleyonline.com

www.vinnova.se/en/

www.mediconvalley.com

www.mva.org

www.scandinavianlifesciences.com/scan/db/index.php

Agradecementos

Os autores agradecen a valiosa colaboración das seguintes persoas e institucións: Finn Valentin (Profesor da Copenhaguen Business School), Birgite Gregersen (Profesora da Universidade de Aalborg), Jesper L. Christensen (Profesor da Universidade de Aalborg), Stig Jørgensen (Director Executivo de *Medicon Valley Alliance*), Morten Mølgaard Jensen (Director de *Copenhagen Bio Science Park*), Ulf Aberg (Director de Desenvolvemento de Negocio de Ciencias da Vida en *Skåne AB*), Anna Sandström (Vinnova), Helena Bergqvist Strigård (Experta en Ciencias da Vida, que traballou en diversas organizacións públicas e privadas do sector en Suecia), Stina Gestrelus (*SigridScience* e anterior Vicepresidenta de *Medicon Valley Alliance*) e, Thomas Alslev Christensen (Director do Departamento de Política de Innovación da *VTU*, Axencia Danesa de Ciencia, Tecnoloxía e Innovación).

Os autores agradecen o apoio financeiro recibido por parte do Fondo Europeo de Desenvolvemento Rexional (FEDER), da Xunta de Galicia (Axuda de consolidación e estruturación de unidades de investigación competitivas do SUG CN2011/041) e do VII Programa Marco (proxecto «Targeted R&D policy»).

CAPÍTULO 5. A BIOMEDICINA EN GALICIA: SECTOR PRODUCTIVO E ACTIVIDADE INNOVADORA

Óscar Rodil Marzábal

Universidade de Santiago de Compostela

Departamento: Economía Aplicada

Avenida do Burgo, s/n, 15782, Santiago de Compostela

Correo electrónico: oscar.rodil@usc.es

Xavier Vence Deza

Universidade de Santiago de Compostela

Departamento: Economía Aplicada

Avenida do Burgo, s/n, 15782, Santiago de Compostela

Correo electrónico: xavier.vence@usc.es

María del Carmen Sánchez Carreira

Universidade de Santiago de Compostela

Departamento: Economía Aplicada

Avenida do Burgo, s/n, 15782, Santiago de Compostela

Correo electrónico: carmela.sanchez@usc.es

Resumo: O obxectivo deste traballo é analizar a actividade biomédica en Galicia dende a perspectiva do sector productivo. Debido ás dificultades de delimitación do sector, preséntase unha aproximación ás características e estratexias de desenvolvemento do sector empresarial, como un elemento clave necesario para a emerxencia e desenvolvemento con éxito dun cluster biomédico. A biotecnoloxía é un sector emerxente e intensivo en coñecemento, de alto valor engadido, cun gran nivel de crecemento, que ocupa un lugar preferente na axenda de crecemento económico da maioría dos países e rexións. Aínda que o sector productivo é incipiente, presentando un baixo nivel de desenvolvemento, nos últimos anos vén amosando un certo dinamismo empresarial. De feito, resulta ser un dos poucos sectores que malia a forte crise actual presenta unha evolución positiva nos seus principais indicadores. Esa emerxencia tamén vén acompañada dunha crecente actividade innovadora, polo que é preciso contextualizar a súa crecente importancia no conxunto do sector biotecnolóxico español. Deixando a un lado as Comunidades líderes neste ámbito (Cataluña, Madrid ou mesmo a Comunidade Valenciana), Galicia ocupa unha posición destacada nos distintos indicadores.

Palabras chave: biomedicina, actividade productiva, Galicia, desenvolvemento rexional

5.1. Introducción

O sector da biomedicina ocupa un lugar importante en moitas economías desenvolvidas. É un sector de grande importancia estratéxica polo súa contribución ao crecemento económico e á mellora da saúde e calidade de vida.

Este traballo ten como obxectivo presentar os trazos máis salientables da actividade produtiva no ámbito da biomedicina en Galicia. Un elemento clave á hora de propoñer unha estratexia para o desenvolvemento do sector é coñecer a realidade empresarial e tamén a súa actividade investigadora. Mentres que existe información sobre a actividade investigadora no ámbito biomédico, caracterizar o sector produtivo resulta máis complexo debido á carencia de fontes de información sobre ese ámbito e ás propias dificultades de delimitación do sector. Por iso, neste traballo realízase un primeiro intento de cuantificación do sector, utilizando fontes complementarias (datos de empresas e empregados da Seguridade Social e do Directorio de Empresas de Ardán, a Enquisa sobre Actividades de I+D e a Enquisa sobre Innovación nas Empresas do INE, datos do comercio exterior ou Táboas Input-Output) que nos permitan un mellor coñecemento da realidade empresarial dun sector emerxente.

Aínda que o sector produtivo no eido da biomedicina é incipiente, presentando un baixo nivel de desenvolvemento, nos últimos anos vén amosando un certo dinamismo empresarial. De feito, resulta ser un dos poucos sectores que malia a crise vén presentando unha evolución positiva nos seus principais indicadores. Esa emerxencia tamén vén acompañada dunha crecente actividade innovadora. Deixando a un lado as Comunidades líderes neste ámbito (Cataluña, Madrid e mesmo a Comunidade Valenciana), Galicia ocupa unha posición destacada nos distintos indicadores.

Este capítulo estrutúrase en catro apartados, ademais da introdución e as conclusións finais. Primeiramente, defínense o sector biotecnolóxico e biomédico e a súa delimitación no eido empresarial. No segundo apartado, analízase o tamaño e estrutura do sector produtivo, partindo das fontes de información dispoñibles sobre a actividade empresarial. Con carácter previo á análise e descrición do sector biomédico en Galicia, debemos contextualizar a súa crecente importancia no conxunto do sector biotecnolóxico español. O terceiro epígrafe analiza os fluxos de comercio exterior de produtos sanitarios, aportando unha visión comparada de Galicia no contexto español. Por último, o cuarto apartado presenta algúns trazos básicos da actividade innovadora das empresas do sector en Galicia.

5.2. Biomedicina: definición e identificación do sector

O carácter multidisciplinar da biotecnoloxía e o seu desenvolvemento tan recente constitúen as principais razóns que poden explicar a práctica inexistencia de estudos previos sobre este sector no noso país. Dada a carencia de estatísticas que permitan cuantificar a importancia deste sector e caracterizalo con precisión, a información dispoñible é reducida a nivel xeral e aínda máis a nivel galego. Por esa razón, un dos obxectivos básicos de partida do seu estudo consiste en identificar e delimitar o conxunto de actividades directa ou indirectamente relacionadas coa biotecnoloxía, en particular a vermella.

Segundo a OCDE (2006), enténdese por biotecnoloxía a aplicación da ciencia e a tecnoloxía a organismos vivos, así como tamén a partes, produtos e modelos dos

mesmos, para alterar materiais vivos ou non vivos para a produción de coñecementos, bens e servizos. En particular, a biotecnoloxía moderna caracterízase pola utilización de procesos celulares, moleculares e xenéticos, con técnicas de recombinación de ADN, fusións celulares, enxeñería de tecidos, etc. na produción de bens e servizos.

Dependendo do ámbito de aplicación, poden diferenciarse varios tipos de biotecnoloxía que se identifican con cores, sendo as máis habituais a biotecnoloxía vermella, verde, azul e branca. A biotecnoloxía vermella ten como ámbito de aplicación a saúde humana e animal. Exemplos dos campos nos que se aplica son a diagnose molecular e biosensores, a enxeñería celular e de tecidos, as proteínas recombinantes e anticorpos monoclonais, a terapia xénica, as novas dianas terapéuticas, novos fármacos e novas vacinas, os novos sistemas de administración de fármacos e vacinas, a xenética de poboacións e farmacoxenética, etc. A biotecnoloxía verde céntrase no sector agroalimentario; a branca nas aplicacións industriais (fundamentalmente industria química); e a azul no sector mariño e a acuicultura.

A biotecnoloxía é un sector de desenvolvemento recente, de gran complexidade, de carácter multidisciplinar e horizontal e con múltiples aplicacións. A complexidade inherente ao sector biotecnolóxico implica que presente unha serie de retos específicos, adicionais aos que presentan outros sectores innovadores. En primeiro lugar, hai que destacar a complexidade e diversidade de actividades incluídas na biotecnoloxía, que poden variar dende as terapias con células nai ata calquera tipo de dispositivo médico; pero tamén aplicacións agrarias ou medio ambientais. A esa complexidade únese o feito de ser un sector moi regulado, cun longo período de maduración, con elevados custos de desenvolvemento de novos produtos e cuns niveis de risco e fracaso moi elevados.

Trátase dun sector intensivo en coñecemento, cuxo desenvolvemento competitivo está intimamente ligado aos avances científico-tecnolóxicos en ámbitos interdisciplinares que xiran ao redor das ciencias da vida e outras áreas afíns que encontran aplicacións no eido da saúde. Ao mesmo tempo, provén dun ámbito científico que se caracteriza pola súa complexidade e múltiples interconexións. Por esa razón, resulta moi difícil delimitar con precisión as liñas que separan os distintos ámbitos, o estritamente biotecnolóxico e os campos máis tradicionais pero cambiantes das ciencias da vida, a medicina e a farmacoloxía.

Iso leva a que se adopte unha visión ampla, que vai máis aló da actividade estritamente da biotecnoloxía vermella (biotecnoloxía aplicada á saúde humana e animal). Esas interrelacións e as fronteiras difusas son particularmente relevantes cando abordamos o sector produtivo, no que podemos encontrar un amplo abano de intensidades nas relacións entre cada empresa e a biomedicina. Convén aclarar que a definición de biotecnoloxía vermella utilizada nesta análise non se entende de xeito excluín-te, senón que debe ser flexible. E iso por dúas razóns básicas. En primeiro lugar, porque na realidade encontramos moi poucas ou case ningunha empresa integramente especializada en actividades biotecnolóxicas, ao lado de empresas que producen unha parte dos seus bens e servizos con esas características, ou empresas que utilizan en parte da súa actividade técnicas ou inputs biotecnolóxicos, empresas que son usuarias delas nalgunha medida, etc. Polo tanto, na maioría dos casos a biotecnoloxía representa só unha parte, xeralmente complementaria da actividade principal da empresa. En segundo lugar, porque a relación de moitas empresas coa biotecnoloxía é indirecta, ao ser basicamente usuarias de produtos biotecnolóxicos, como sucede no caso da prestación de servizos sanitarios. De feito, a penetración da biotecnoloxía é cada vez máis ampla,

máis capilar e máis difusa, o que reflicte o seu potencial, pero tamén dificulta o establecemento de fronteiras nítidas na súa delimitación.

5.3. Dimensión e estrutura do sector de biomedicina en Galicia

5.3.1. Situación do sector galego no contexto español

Con carácter previo á análise e descrición do sector biotecnolóxico e, en particular, biomédico en Galicia, cómpre contextualizar a súa importancia no conxunto español. Neste sentido, malia que o sector presenta un carácter aínda incipiente, Galicia vén amosando nos últimos anos un certo dinamismo no contexto español, tanto no eido produtivo como innovador. Tomando como referencia este marco comparativo, e deixando a un lado as Comunidades líderes neste eido (Cataluña, Madrid e mesmo a Comunidade Valenciana), Galicia ocupa unha posición destacada nos distintos indicadores.

Segundo o INE e ASEBIO³⁴, 1.715 empresas realizaban actividades relacionadas coa biotecnoloxía en España en 2010. No contexto internacional, España é o oitavo país da OCDE por número de empresas biotecnolóxicas. O número de empresas usuarias de biotecnoloxía incrementouse nun 130% e o de empresas de biotecnoloxía propiamente ditas nun 233% no período 2005-2009. Os datos da Fundación Genoma mostran a mesma tendencia: o número de empresas biotecnolóxicas incrementouse un 70% no período 2000-2008; e un 239% no caso das empresas propiamente biotecnolóxicas.

De acordo cos datos do INE, só 617 empresas (36%) consideran a biotecnoloxía como a súa actividade principal ou exclusiva³⁵, mentres que para 209 empresas (14%) a biotecnoloxía constitúe unha liña de negocio secundaria. Ademais, 889 empresas consideran a biotecnoloxía unha ferramenta necesaria para a produción. Debido ao carácter transversal da biotecnoloxía, cada vez máis empresas de distintos sectores incorporan actividades biotecnolóxicas nos seus produtos e servizos. Asemade, identifícanse 969 empresas con actividades de I+D en biotecnoloxía.

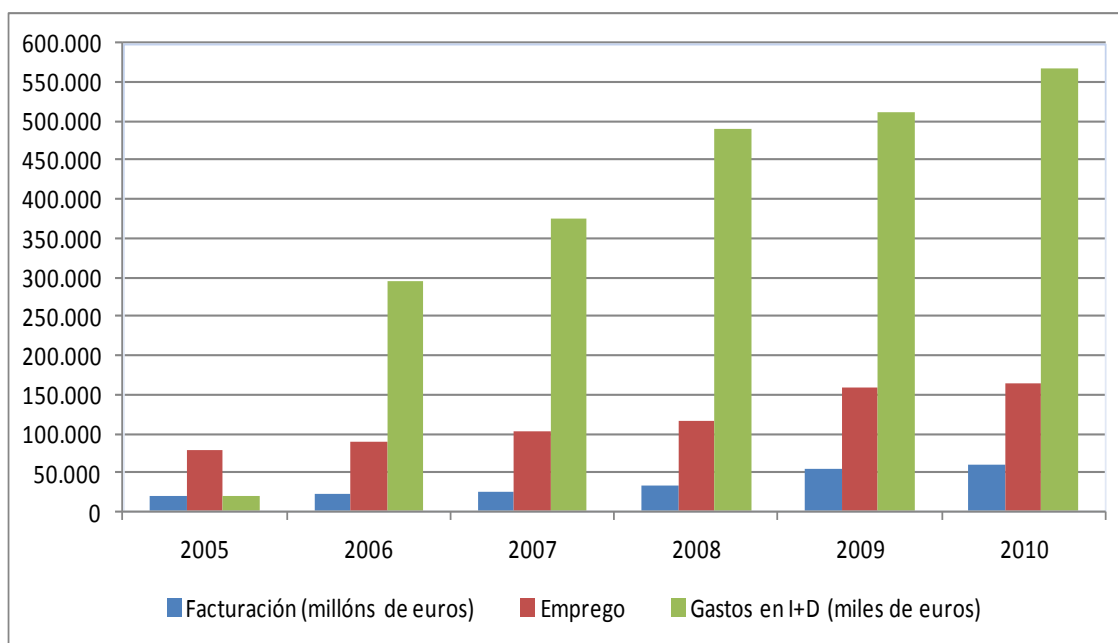
Por outra banda, as empresas de biotecnoloxía caracterízanse polo seu reducido tamaño. Neste sentido, case nove de cada dez empresas (87%) non acadan os 50 empregados e tan só unha de cada vinte empresas (5%) conta con máis de 250 traballadores.

O volume de emprego no sector biotecnolóxico era de 163.526 empregados en 2010. O seu volume de facturación ascendía nese mesmo ano a 60.122 millóns de euros. En canto ao gasto interno privado en I+D este era de 568 millóns de euros. Como se pode observar no Gráfico 1, a evolución desas tres variables é moi positiva, presentando taxas de crecemento moi elevadas, mesmo no actual contexto de crise, especialmente en facturación e gasto en I+D, e moi suaves no emprego³⁶.

³⁴ A Asociación Española de Bioempresas (ASEBIO) agrupa a empresas, asociacións, fundacións, universidades, centros tecnolóxicos e de investigación que desenvolven as súas actividades de xeito directo ou indirecto en relación coa biotecnoloxía en España.

³⁵ A Fundación Genoma distingue entre empresas de biotecnoloxía propiamente ditas, que son aquelas que realizan actividades de I+D ou investimentos produtivos e que orientan a maior parte do seu negocio á biotecnoloxía; e empresas industriais, de servizos e comerciais, con intereses, desenvolvementos e produtos en biotecnoloxía. A Fundación Genoma identifica 669 empresas biotecnolóxicas no ano 2008, das que 275 (41,1%) son empresas de biotecnoloxía propiamente ditas; fronte a 394 empresas nas que a biotecnoloxía achega algún valor.

³⁶ Debe terse en conta que houbo un cambio metodolóxico en 2010, consistente en que as empresas investigadas proceden dunha mostra aleatoria e non se tratan censalmente como anteriormente. O INE

Gráfico 1. Evolución das grandes cifras do sector biotecnolóxico español 2005-2010

Fonte: Elaboración propia con datos de INE e ASEBIO

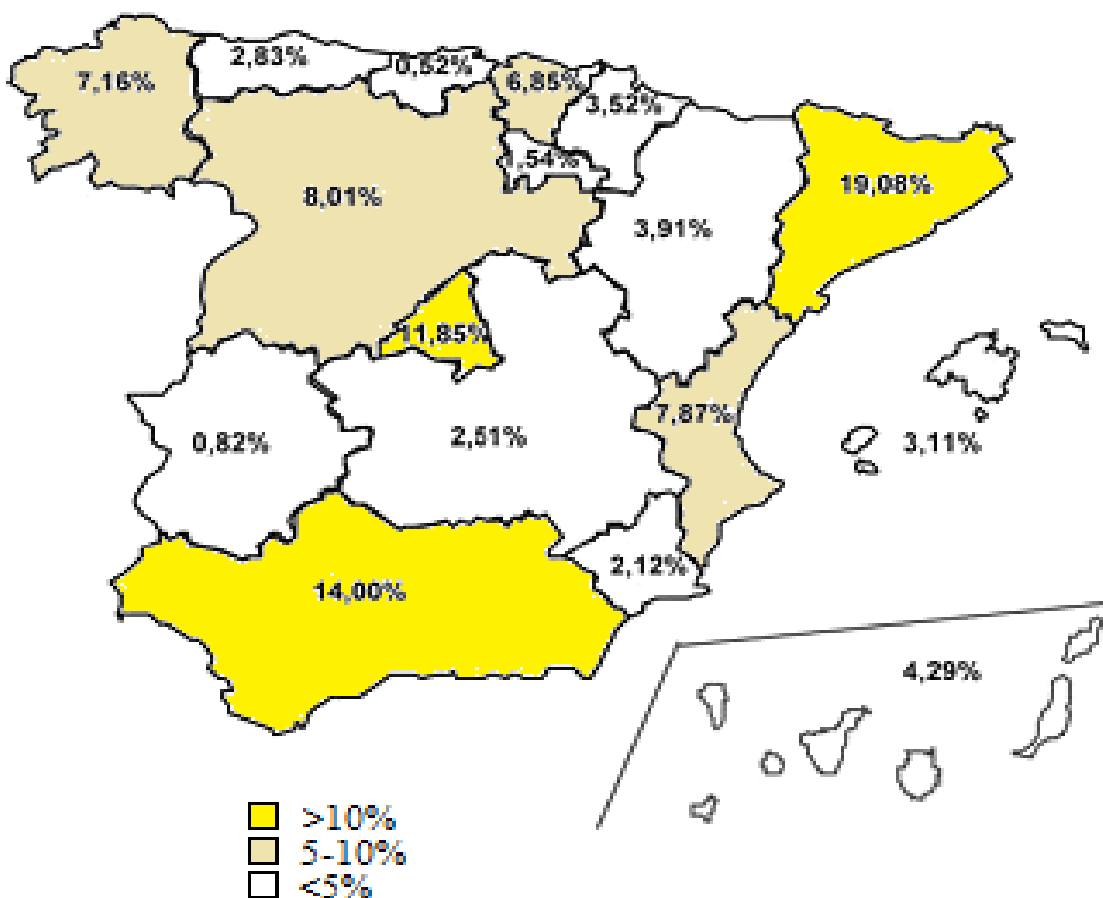
No período 2006-2008 creáronse anualmente entre 13 e 15 empresas biotecnolóxicas. Dende o ano 2003 prodúcese un importante auxe na creación de *spin-offs*, pois non habendo no ano 2000, chégase a un total de 76 en 2008 (Fundación Genoma, 2009).

No que se refire á distribución empresarial por área de aplicación final da biotecnoloxía, a saúde humana vén constituíndo a principal actividade polo número de empresas, por diante da área alimentaria (agás no ano 2010)³⁷.

En canto á distribución da actividade por Comunidades Autónomas, obsérvase unha grande diversidade no desenvolvemento do sector. A distribución das empresas usuarias de biotecnoloxía presenta unha forte concentración en seis Comunidades Autónomas (Gráfico 2), destacando, en particular, Cataluña (19,1%) e Madrid (14,4%). Galicia ocupa o sexto lugar, ao representar o 7,2% das empresas biotecnolóxicas españolas. Se consideramos as empresas estritamente biotecnolóxicas, a distribución xeográfica resulta moi semellante, ocupando Galicia tamén o sexto lugar. Destaca a súa concentración en Madrid (17,4%), Cataluña (15%) e Andalucía (13,2%). Outras Comunidades Autónomas con certa relevancia do sector son País Vasco (8,4%), Comunidade Valenciana (8,1%), Galicia (7,2%) e Castela-León (6,4%).

recalculou os datos dende 2008, polo que os datos que se presentan no gráfico non son plenamente comparables.

³⁷ Tendo en conta que unha empresa pode aplicar a biotecnoloxía a distintas utilizacións, a distribución sectorial correspondente ao ano 2011 é a seguinte: Saúde humana (45,6%), Alimentación (36,2%), Agricultura e produción forestal (22,7%), Saúde animal e acuicultura (20,1%), Medio Ambiente (17,4%), e Industria (15,3%). No caso das empresas completamente dedicadas á biotecnoloxía, algo máis da metade (54%) realizan actividades orientadas á saúde humana.

Gráfico 2. Distribución xeográfica das empresas con actividades biotecnolóxicas

Fonte: ASEBIO (2011) e INE (2011)

5.3.2. Caracterización da actividade empresarial e emprego do sector biomédico en Galicia

Neste apartado combínase información procedente de distintas fontes para poder cuantificar a importancia do sector produtivo. ASEBIO identificaba un total de 45 empresas de biotecnoloxía en Galicia no ano 2007, das que só oito eran estritamente biotecnolóxicas. No marco do proxecto Bioemprende³⁸ lévase a cabo unha caracterización do sector da biotecnoloxía na Eurorrexión Galicia-Norte de Portugal, identificándose 23 empresas biotecnolóxicas no campo da saúde que operan no territorio galego. No caso de oito desas empresas, a especialización sanitaria complementa a actividades de agro-alimentación, acuicultura ou medio ambiente.

Dadas as persistentes limitacións estatísticas resulta complexa, a día de hoxe, unha aproximación realista á importancia das biotecnoloxías e moito máis difícil aínda resulta o achegamento ao subsector concreto das biotecnoloxías vermellas.

Ante as dificultades de identificación do sector da biotecnoloxía, para caracterizar o seu tecido empresarial en Galicia, utilizamos tamén outras fontes primarias: a base de datos da Seguridade Social e o Directorio de empresas de Galicia

³⁸ Bioemprende é un proxecto de cooperación transfronteiriza entre Galicia e o Norte de Portugal que promove a creación e mellora competitiva das empresas biotecnolóxicas na Eurorrexión, liderado por BIC Galicia.

ARDÁN. Esta última contén datos de 15.000 empresas galegas que presentan as súas contas no Rexistro Mercantil. Débese ter en conta que só están obrigadas a presentar as contas en dito Rexistro as sociedades mercantís³⁹.

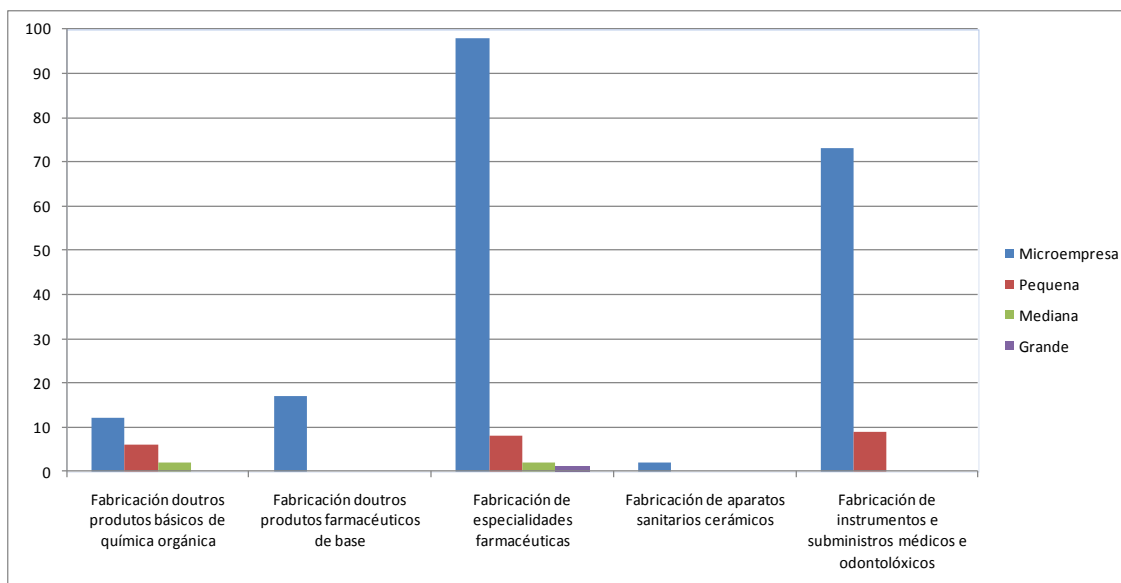
Pola súa banda, a Seguridade Social ofrece datos das empresas de Galicia por actividade⁴⁰ e estrato de asalariados con carácter mensual. Convén ter en conta, neste caso, que non se recolle o número de empresas, senón o número de contas de cotización das empresas e, polo tanto, unha mesma empresa pode ter varias contas de cotización. Para poder efectuar unha análise comparada tomáronse os datos correspondentes ao 31 de decembro de 2010.

Aproveitando ao máximo os niveis de desagregación que permiten estas fontes, seleccionamos aquelas actividades que segundo a Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE) están directamente relacionadas coa biotecnoloxía; especialmente nas súas aplicacións ao campo da saúde, tanto humana como animal (biotecnoloxía vermella ou biomedicina). Convén precisar que non só se está recollendo o número de contas de empresas rexistradas na Seguridade Social que realizan actividades de biotecnoloxía en Galicia no ano 2010, senón as contas das empresas de todas as ramas nas que a biotecnoloxía ten aplicacións sanitarias con diversos graos de intensidade. Considérase oportuno, así mesmo, diferenciar as actividades produtivas e de prestación de servizos.

No Gráfico 3 preséntase a distribución de empresas industriais por estrato de asalariados. Pódese comprobar que, centrándose nas ramas máis directamente relacionadas coa saúde, hai un total de 230 contas de empresas (fronte ás 153 do ano 2008). O maior número de contas de empresas (109) concéntrase na fabricación de especialidades farmacéuticas, seguida da fabricación de instrumentos e subministracións médicos e odontolóxicos (con 82 contas).

³⁹ Polo tanto, recolle tan só empresas dun certo tamaño e quedan fóra as máis pequenas, cooperativas e autónomos, unidades que soen ter menor tamaño.

⁴⁰ Presentan esta información cun nivel de desagregación de 5 díxitos na CNAE-1993 e CNAE-2010.

Gráfico 3. Empresas industriais relacionadas coa biomedicina en Galicia por tamaño en 2010

Nota: Micro: ≤ 10 empregados, pequena: entre 11 e 50, mediana: entre 51 e 250 e grande: > 250

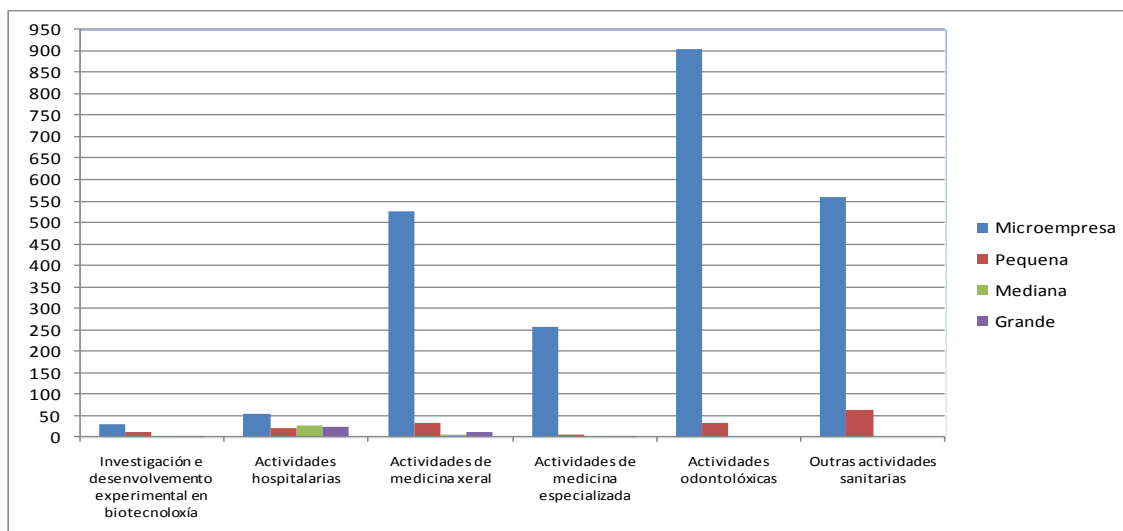
Fonte: Elaboración propia a partir das contas de cotización da Seguridade Social do IGE

Destaca o reducido tamaño das unidades industriais con actividade neste sector, predominando claramente as microempresas⁴¹, que supoñen o 87,8% das contas das ramas industriais de biotecnoloxía vermella. Máis da metade destas empresas (59,4%) contan soamente con 1 ou 2 asalariados. De feito, tan só catro empresas son medianas⁴², pertencendo ás ramas de fabricación doutros produtos básicos de química orgánica e de fabricación de especialidades farmacéuticas. Tan só hai dúas empresas de máis de 100 traballadores na rama de fabricación de especialidades farmacéuticas e unha delas é unha gran empresa. Por outra banda, nas ramas de fabricación doutros produtos farmacéuticos de base e na fabricación de aparatos sanitarios cerámicos só hai microempresas.

No Gráfico 4 preséntase a información das contas de empresas das ramas de servizos vinculadas coa biomedicina. Cómpre indicar que se trata das contas de empresas de cotización á Seguridade Social pertencentes a ramas que son potenciais usuarias de produtos biotecnolóxicos na prestación do seu servizo.

⁴¹ Son aquelas empresas que teñen menos de 10 empregados.

⁴² Son aquelas empresas que contan con máis de 50 empregados e non superan os 250.

Gráfico 4. Empresas de servizos relacionadas coa biomedicina en Galicia por tamaño en 2010

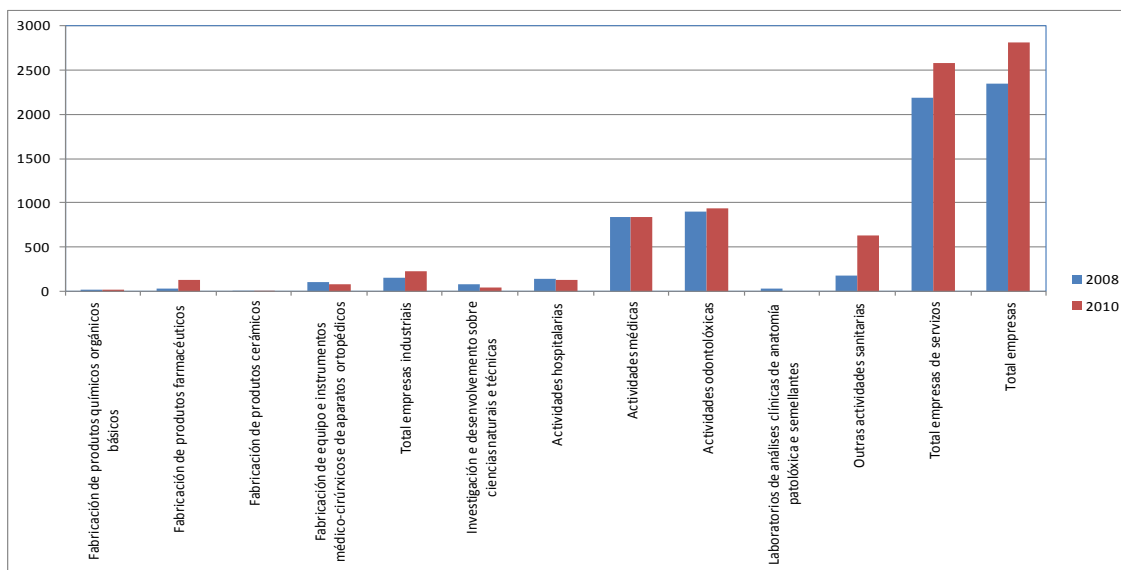
Nota: Micro: ≤ 10 empregados, pequena: entre 11 e 50, mediana: entre 51 e 250 e grande: > 250

Fonte: Elaboración propia a partir das contas de cotización da Seguridade Social do IGE

O número de contas nos servizos relacionados coa biomedicina ascende a 2.586 (frente ás 2.189 do ano 2008), predominando claramente as actividades odontolóxicas (937 contas) e as médicas (632). O tamaño das empresas do sector servizos tamén é reducido. Así, o 67,2% destas unidades (1.737) conta con 1 ou 2 traballadores e tan só o 9,5% (245 contas de empresas) superan os 10 empregados. Os estratos con máis de 50 asalariados representan o 2,9% das contas (76). Hai 68 unidades con máis de 100 traballadores (o 2,6% do total) e mesmo 39 empresas grandes (contan con 250 empregados ou máis). En xeral, as empresas grandes pertencen ás ramas de actividades hospitalarias e actividades de medicina xeral. Tamén se debe indicar que hai unha empresa grande dedicada á investigación e desenvolvemento experimental en biotecnoloxía e dúas en actividades de medicina especializada. En actividades odontolóxicas e outras actividades sanitarias só hai microempresas ou empresas pequenas.

No Gráfico 5 compárase o número de empresas existente en 2008 co de 2010. Pódese observar o aumento do número de empresas, tanto no total, como no sector industrial e no de servizos. No sector industrial prodúcese o maior incremento relativo (dun 50%), fronte aos servizos (18%). En canto ao comportamento por ramas, os maiores aumentos prodúcense na rama de fabricación de produtos farmacéuticos e outras actividades sanitarias. Os descenso concéntranse sobre todo nas ramas de produtos cerámicos, equipamento médico-cirúrxico, investigación e desenvolvemento e, actividades hospitalarias. Esta tendencia hai que tomala con cautela porque a análise realizada non se refire só ás empresas de biotecnoloxía vermella, senón que se computan todas as unidades das ramas relacionadas coa biotecnoloxía vermella e, ademais coincide cun cambio de clasificación dalgunhas actividades económicas, que nalgúns casos axuda a precisar mellor o ámbito da biomedicina⁴³.

⁴³ Os datos do ano 2008 están elaborados coa clasificación CNAE-93, mentres que no ano 2010 utilízase a nova clasificación CNAE-2009. Os principais cambios entre esas dúas clasificacións no que afecta ás

Gráfico 5. Evolución do número de empresas relacionadas coa biomedicina en Galicia 2008-2010

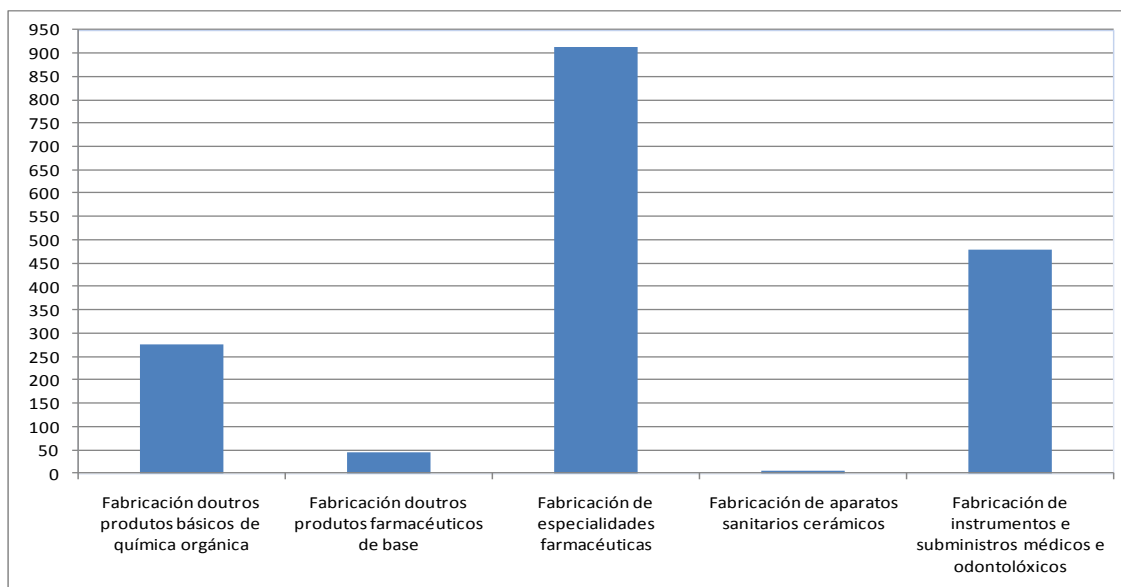
Fonte: Elaboración propia a partir das contas de cotización da Seguridade Social do IGE

A Seguridade Social tamén ofrece datos sobre os afiliados por actividade⁴⁴, que ascenden en Galicia a 987.713 afiliados a 31-12-2010. Ao igual que na análise realizada para as contas empresariais, selecciónanse as subramas relacionadas coa biotecnoloxía centrándose no ámbito da saúde.

No caso da industria, as subramas máis relacionadas coa biotecnoloxía sanitaria contan con 1.719 afiliados (fronte aos 1.046 de 2008), que supón o 0,17% do total de Galicia. No Gráfico 6 pódese observar a importancia do emprego por subrama industrial. Destaca especialmente o emprego na fabricación de especialidades farmacéuticas (con 912 afiliados), que concentra o 53% dos empregos en actividades de biotecnoloxía industrial con base nos datos da Seguridade Social. Outras ramas que convén salientar son a de fabricación de instrumentos e subministracións médicas e odontolóxicas (con 480 afiliados, representando o 27,9% do total das actividades biomédicas industriais) ou a fabricación doutros produtos básicos de química orgánica (275 afiliados, o 16% do total das actividades biomédicas industriais).

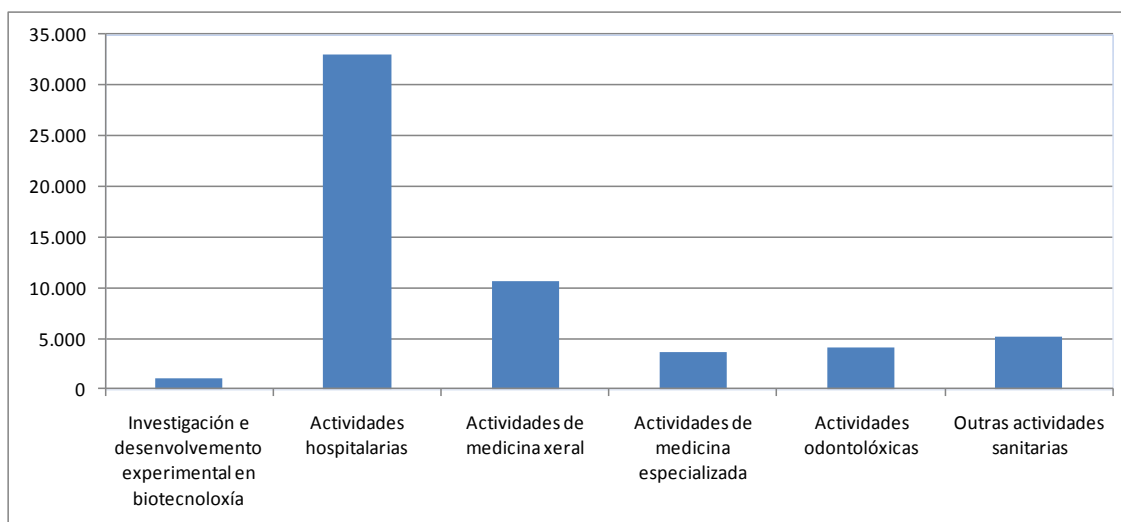
ramas aquí tratadas son os seguintes: na CNAE-93 tivéronse en conta as subramas de fabricación de produtos farmacéuticos de base e fabricación doutros produtos de farmacia, e na CNAE-2009 as subramas de fabricación doutros produtos farmacéuticos de base e fabricación de especialidades farmacéuticas. Na CNAE-1993 tómanse as subramas de fabricación doutros produtos cerámicos de uso técnico e fabricación doutros produtos cerámicos, mentres que na CNAE-2009 considérase a fabricación de aparatos sanitarios cerámicos. Na CNAE-1993 considerouse a subrama xeral de investigación e desenvolvemento sobre ciencias naturais e técnicas, mentres que na CNAE-2009 existe unha subrama específica para investigación e desenvolvemento experimental en biotecnoloxía. Nas actividades de servizos, hai que destacar a desaparición da subrama de laboratorios de análises clínicas de anatomía patolóxica e semellantes e, que as actividades médicas se desagregan en actividades de medicina xeral e actividades de medicina especializada.

⁴⁴ Presentan esta información a 5 díxitos da CNAE-93.

Gráfico 6. Afiliados das ramas industriais relacionadas coa biomedicina en Galicia en 2010

Fonte: Elaboración propia a partir dos datos de asalariados da Seguridade Social do IGE

Os servizos relacionados coa biotecnoloxía vermella acadan os 57.535 afiliados á Seguridade Social en 2010 (frente a 54.654 en 2008), o 5,8% do total de afiliados. Como se pode observar no Gráfico 7, destacan claramente as actividades sanitarias e especialmente as actividades hospitalarias (que, con 33.019 afiliados, supoñen o 57,4% dos empregos en actividades de servizos relacionadas coa biomedicina). A seguinte rama en importancia, pero a considerable distancia da anterior é a de actividades de medicina xeral (con 10.568 afiliados e o 18,4% dos empregos en actividades de servizos relacionadas coa biomedicina).

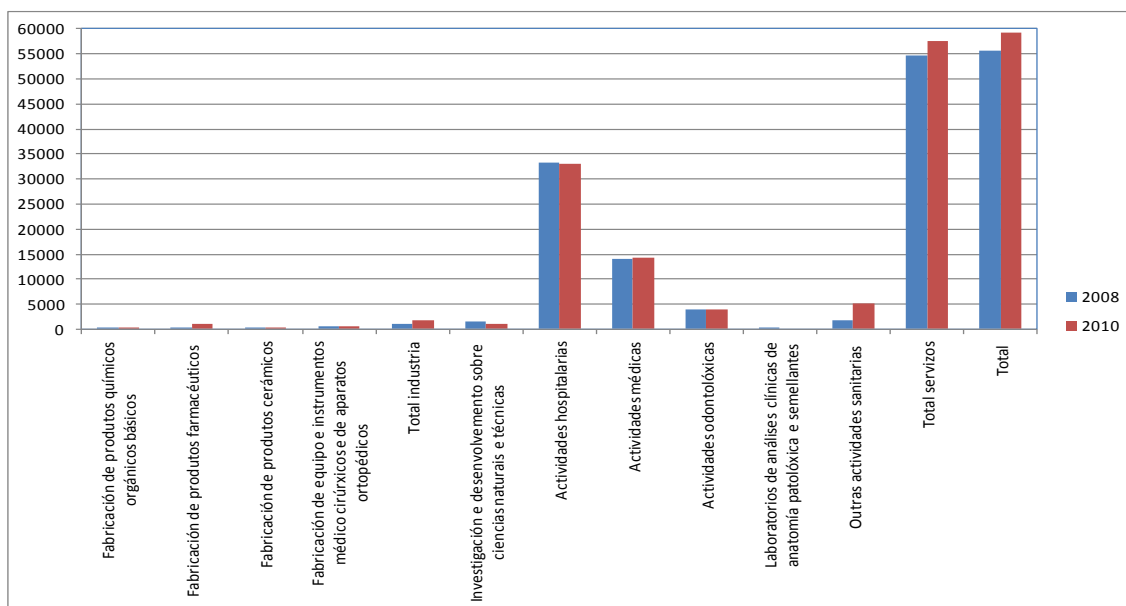
Gráfico 7. Afiliados das ramas de servizos relacionadas coa biomedicina en Galicia en 2010

Fonte: Elaboración propia a partir dos datos de asalariados da Seguridade Social do IGE

No Gráfico 8 recóllese a evolución do número total de afiliados en actividades relacionadas coa biomedicina e por subramas. O comportamento é bastante semellante

ao observado no caso das empresas, pero con tendencias máis marcadas. O emprego aumenta especialmente nas actividades industriais (64% fronte a tan só o 5% nos servizos). A rama con maior incremento en termos relativos é a de fabricación de produtos farmacéuticos, que aínda así non chega a acadar os 1.000 empregados, seguida doutras actividades sanitarias. Os maiores descenso de emprego concéntranse na fabricación de instrumentos cerámicos, en investigación e desenvolvemento en ciencias naturais e, en fabricación de equipamento médico-cirúrxico.

Gráfico 8. Evolución dos afiliados das ramas relacionadas coa biomedicina en Galicia 2008-2010



Fonte: Elaboración propia a partir dos datos de asalariados da Seguridade Social do IGE

Baseándose nesta información realízase unha aproximación ás características de composición sectorial e tamaño das unidades que poden utilizar a biotecnoloxía cunha clara orientación ao sector da saúde, tanto dende o punto de vista da produción como da prestación de servizos. Para concretar aínda máis as características do sector en Galicia, utilízase o Directorio de empresas de Galicia ARDÁN, que contén datos económicos (emprego, facturación e valor engadido) de 15.000 empresas con sede en Galicia, clasificadas segundo a CNAE a 4 díxitos.

Esa mostra⁴⁵ conta con 15.357 empresas en Galicia, tras a súa depuración seguindo os criterios de considerar as empresas que teñen datos consecutivos en tres anos (no período 2006-2008) e cunha facturación superior a 6.000 euros. Debe terse en conta que en Galicia existen case 206.000 empresas, das que ARDÁN recolle o 7,4%. Ao analizar a titularidade das empresas galegas, pódese concluír que na súa meirande parte (o 60%) son empresas pertencentes a persoas físicas. Pola contra, só o 31% das empresas galegas (unhas 65.000) teñen forma societaria, predominando claramente as sociedades de responsabilidade limitada (61.117) sobre as sociedades anónimas (4.008). Unha das principais características do tecido empresarial galego é o seu reducido tamaño, pois o 95% das empresas son microempresas (teñen menos de dez empregados) e o 59,4% non teñen asalariados.

⁴⁵ Cómpre aclarar que ARDÁN presenta información para as empresas non financeiras con sede en Galicia que depositan as súas contas no Rexistro Mercantil.

Na Táboa 1 preséntanse os datos económicos para o sector de biomedicina en relación á economía produtiva galega, elaborados con base en ARDÁN. As empresas de biomedicina tan só representan o 0,2% de todas as empresas recollidas por ARDÁN. Supoñen o 1,2% do emprego, o 1,6% do valor engadido e o 0,6% da facturación. O promedio desas tres variables presenta valores superiores no sector da biomedicina que no conxunto da mostra. Esta afirmación é certa tanto na industria como nos servizos.

No sector industrial, atópanse sete empresas de biotecnoloxía claramente relacionadas co ámbito da saúde. Estas empresas empregan a 623 persoas, facturan 140 millóns de euros e xeran un valor engadido de 78 millóns de euros en 2010. Son empresas de tamaño mediano (con 89 empregados de promedio), atopándose as empresas de maior tamaño na industria de produtos químicos (especialmente na industria farmacéutica). Só tres empresas superan os 100 empregados e todas as demais empregan a menos de 50 persoas.

Táboa 1. Importancia económica da biomedicina en Galicia en 2010

	Nº empresas	Emprego	Facturación (millóns €)	Valor engadido (millóns €)	Emprego medio	Facturación media (miles €)	Valor engadido medio (miles €)
Industria biomédica 2010	7	623	140,04	78,71	89	20,01	11,24
Servizos biomédicos 2010	28	3.417	273,26	157,79	122,04	9,76	5,64
Total Biomedicina 2010	35	4.040	413,3	236,5	115,43	11,81	6,76
Total Biomedicina 2008	58	4.699	430.161,70	226.478,40	81,02	7.416,60	3.904,80
Total Empresas	17.936	334.341 ⁴⁶	73.789	15.160	21,77	4,11	0,85
% Biomedicina sobre total empresas 2010	0,2	1,21	0,56	1,56	-	-	-
% Biomedicina sobre total empresas 2008	0,38	1,47	0,64	1,64	-	-	-

Fonte: Elaboración propia en base a Ardán (2008, 2010)

No sector servizos atópanse máis dunha centena de empresas que poderían ter relación coa biomedicina. Unha parte importante desas empresas pertence á rama de comercio de produtos médicos e farmacéuticos; nas que, en xeral, a venda de produtos biotecnolóxicos supón unha pequena proporción da súa facturación. Centrándose nas empresas que actúan no ámbito da biomedicina, selecciónanse vinte e oito empresas, seguindo un criterio amplo (aquelas empresas que utilizan algún produto ou material biotecnolóxico na súa actividade de prestación de servizos). As subramas de maior importancia son actividades hospitalarias con oito empresas, actividades de medicina especializada con seis e outras actividades sanitarias con cinco.

⁴⁶ O dato de emprego só se inclúe para 15.357 e non para as 17.936 da mostra. Iso é debido a que nos demais casos os datos de emprego non resultan fiables, sobre todo tendo en conta o indicador gastos de persoal/número de empregados.

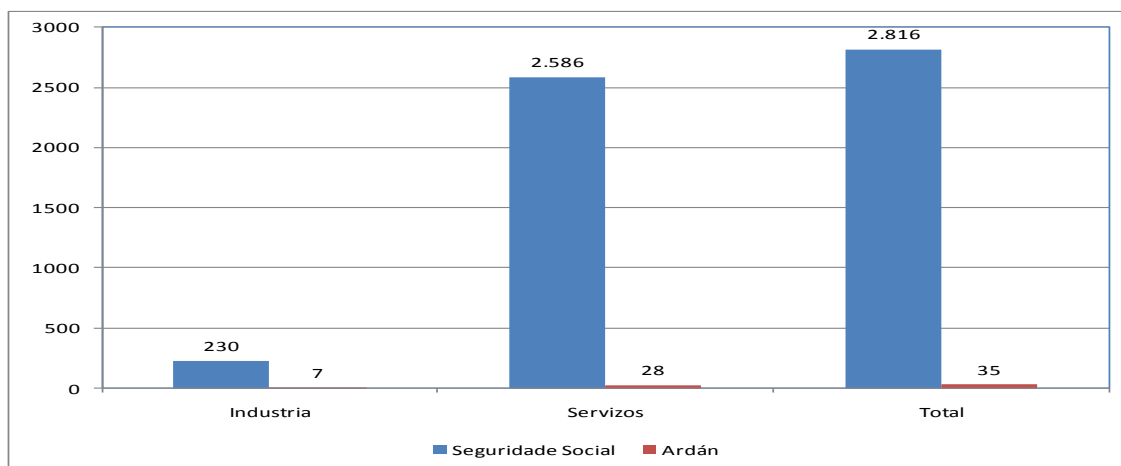
As empresas de servizos presentan un maior número medio de empregados (122 empregados por empresa), o que se explica polo elevado volume de emprego das empresas pertencentes á rama de actividades sanitarias.

Cómpre destacar que cos datos da base de datos ARDÁN para 2010 e comparando cos datos de 2008, hai tres empresas industriais e nove de servizos que non se inclúen na última edición. En xeral, esas empresas seguían existindo, pero probablemente sexa polos criterios de elaboración e depuración da mostra de empresas elaborada por ARDÁN polo que non aparecen na última edición. Por outra banda, no caso dos servizos inclúense seis empresas máis, ademais de proceder a unha identificación máis precisa das empresas que realizan actividades de biomedicina.

Con respecto á análise realizada cos datos publicados en 2008 e tomando as debidas cautelas, porque non son exactamente as mesmas empresas, obsérvase que o peso da biomedicina sobre o total de empresas reduciuse en calquera dos indicadores analizados. Mentres que nas actividades industriais, malia contar con menos empresas, aumenta o valor das tres variables económicas consideradas; no caso dos servizos a situación é a contraria, pois diminúe en todos os indicadores.

Como se indicou anteriormente, a biotecnoloxía non é unha actividade homoxénea e actualmente non existen estatísticas que permitan a súa identificación precisa. Por iso, inténtase unha aproximación á realidade deste sector en Galicia explotando ao máximo as fontes dispoñibles. Nos Gráficos 9 e 10 sintetízase a información recompilada sobre as empresas e emprego a través das distintas fontes dispoñibles, que debe considerarse complementaria. Cómpre ter en conta que a metodoloxía das dúas fontes difire e, polo tanto, as diferenzas nos resultados tamén son grandes⁴⁷. En calquera caso, a información subministrada por ARDÁN parece ofrecer unha visión bastante achegada á realidade actual do sector de biomedicina en Galicia, non só polo número de empresas, senón tamén polo seu impacto económico real.

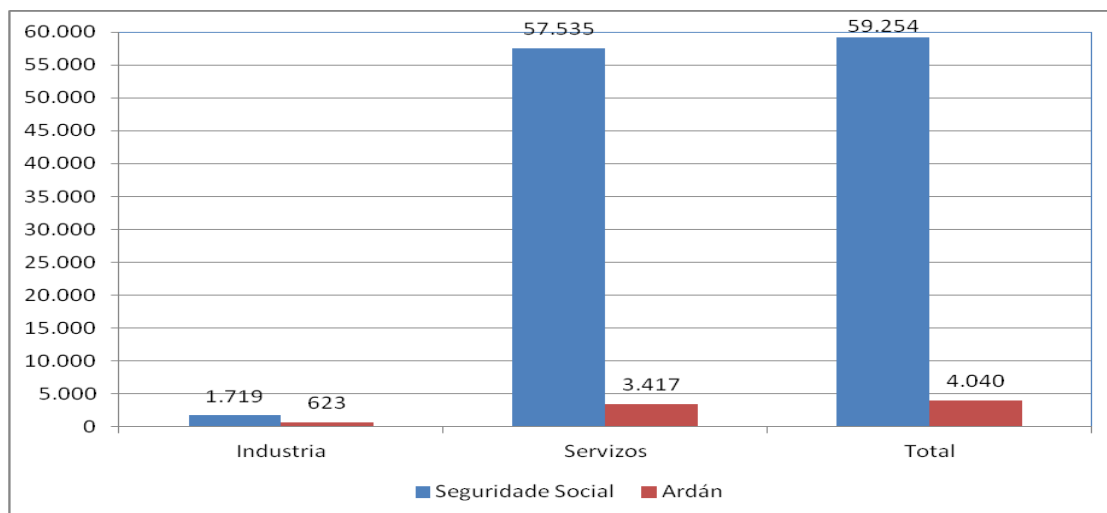
Gráfico 9. Dimensión da biomedicina en Galicia segundo número de empresas e fonte en 2010



Fonte: Elaboración propia en base aos datos de Ardán e da Seguridade Social do IGE

⁴⁷ No caso da Seguridade Social preséntase a información de contas de empresas e afiliados para o conxunto das subramas nas que se poden incluír as actividades da biomedicina. Esta fonte non permite identificar cada unidade (empresa ou asalariado) individualmente. En cambio, con ARDÁN a selección é moito máis precisa, porque ofrecemos información económica para todas as empresas que realizan actividades de biomedicina. Nesta base de datos só se recollen as empresas que teñen forma xurídica de sociedade.

Gráfico 10. Dimensión da biotecnoloxía en Galicia segundo número de empregados e fonte en 2010



Fonte: Elaboración propia en base aos datos de Ardán e da Seguridade Social do IGE

5.4. O comercio exterior de produtos sanitarios: Galicia no contexto español

5.4.1. O comercio internacional de produtos sanitarios

Un aspecto de interese que contribúe á caracterización socioeconómica do sector da saúde vén dado pola súa presenza nos fluxos de comercio exterior. Aspectos tales como a competitividade ou a dependencia comercial poden ser identificados a través do estudo destes fluxos de comercio e do seu comportamento. Con esta perspectiva, preséntanse a continuación algúns trazos definitorios das pautas comerciais de Galicia no contexto español no que se refire aos produtos sanitarios⁴⁸.

Atendendo á clasificación de produtos das estatísticas de comercio exterior, pódense agrupar en dous grandes epígrafes os produtos relacionados co campo da saúde: produtos farmacéuticos (código 30 da clasificación TARIC) e aparatos ópticos, de medición, médico cirúrxicos... (código 90 da clasificación TARIC); este último grupo de contido moito máis heteroxéneo. A importancia comercial dos primeiros (produtos farmacéuticos) sobre os segundos (aparatos diversos) queda patente nas grandes cifras de comercio exterior (Táboas 2 e 3); sobre todo no caso particular de Galicia (non tanto no conxunto do Estado). Dada a grande heteroxeneidade do segundo grupo, así como a súa menor importancia cuantitativa, a análise céntrase no caso dos produtos farmacéuticos.

⁴⁸ A fonte de información é a base de datos DATACOMEX do Ministerio de Economía y Competitividad; que recolle as estatísticas de comercio exterior de España (<http://datacomex.comercio.es>).

Táboa 2. Importancia relativa dos produtos sanitarios nas exportacións de Galicia e España, 2005-2010

Produtos Farmacéuticos						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Galicia	0,6%	0,7%	0,8%	0,5%	0,4%	0,4%
España	3,2%	3,3%	3,6%	3,8%	4,6%	4,5%
Aparatos ópticos, de medida, médicos...						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Galicia	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
España	1,0%	1,0%	1,0%	0,9%	0,9%	0,9%

Fonte: Elaboración propia a partir da base de datos DATACOMEX (Ministerio de Economía y Competitividad)

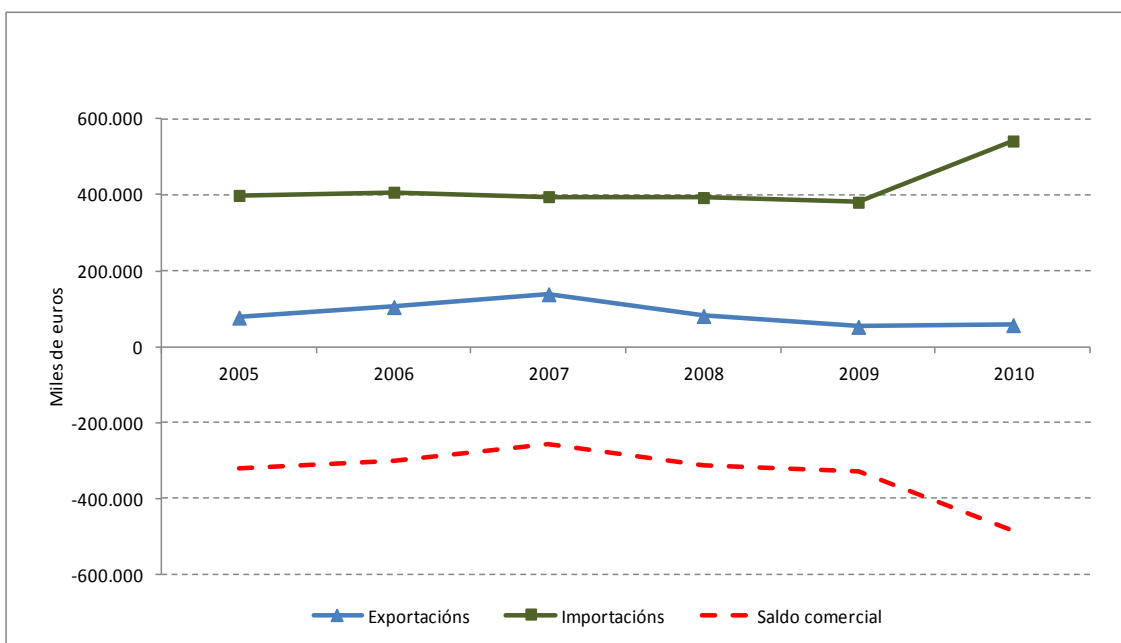
Táboa 3. Importancia relativa dos produtos sanitarios nas importacións de Galicia e España, 2005-2010

Produtos Farmacéuticos						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Galicia	2,9%	2,6%	2,4%	2,5%	2,9%	3,9%
España	2,9%	2,8%	3,0%	3,5%	5,5%	4,7%
Aparatos ópticos, de medida, médicos						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Galicia	0,3%	0,4%	0,3%	0,4%	0,7%	0,4%
España	2,2%	2,2%	1,8%	1,8%	2,3%	2,1%

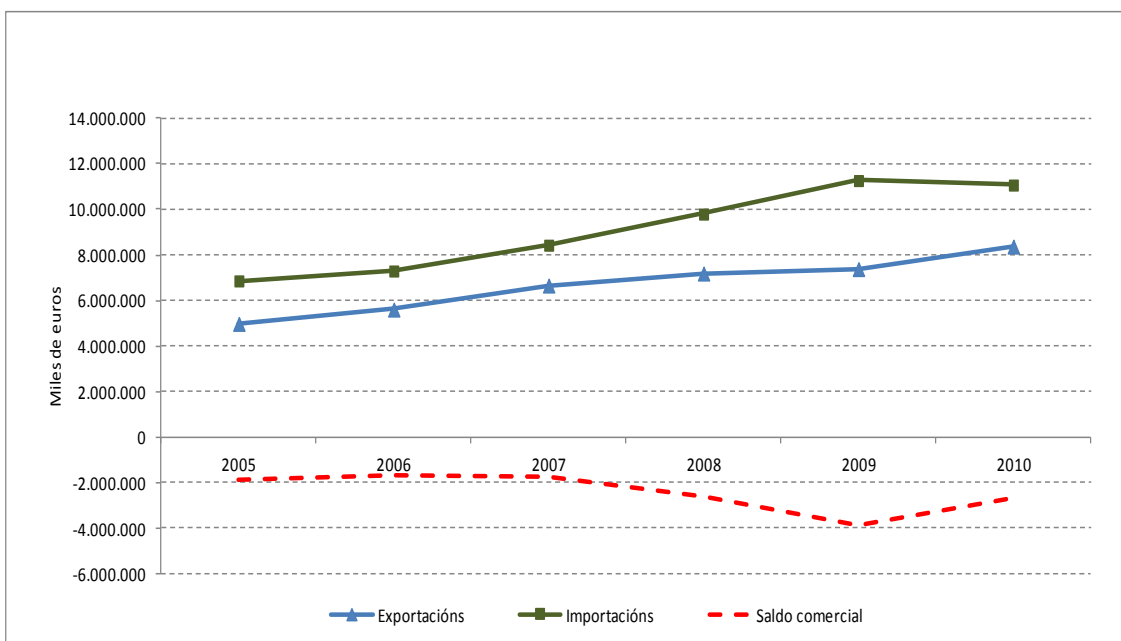
Fonte: Elaboración propia a partir da base de datos DATACOMEX (Ministerio de Economía y Competitividad)

Dende un punto de vista cuantitativo merece ser destacado sobre todo o elevado valor que representa o capítulo de importacións fronte ao de exportacións (Gráfico 11), que trae como consecuencia un importante déficit comercial, con tendencia a empeorar nos últimos anos ata acadar un valor en torno aos 485 millóns de euros no ano 2010. Este resultado revela a existencia dunha notable e crecente dependencia comercial de Galicia con respecto ao exterior no que se refire a este tipo de produtos; resultado que comparte en certa medida co conxunto do Estado, aínda que no caso de España cun claro cambio de tendencia no último ano (Gráfico 12).

O máis preocupante é que o empeoramento do déficit comercial, no caso de Galicia, vén motivado sobre todo por unha importante caída das exportacións de produtos farmacéuticos que se vén producindo dende o ano 2007; algo que non ocorreu no caso de España, en que as vendas ao exterior deste tipo de produtos crecen de forma imparable mesmo no actual contexto de crise. Este último resultado é revelador dunha progresiva febleza da capacidade competitiva de Galicia no mercado exterior de produtos farmacéuticos.

Gráfico 11. Comercio exterior de produtos farmacéuticos. Galicia, 2005-2010

Fonte: Elaboración propia a partir da base de datos DATACOMEX (Ministerio de Economía y Competitividad)

Gráfico 12. Comercio exterior de produtos farmacéuticos. España, 2005-2010

Fonte: Elaboración propia a partir da base de datos DATACOMEX (Ministerio de Economía y Competitividad)

Se analizamos cun maior nivel de detalle, cómpre destacar a importancia de determinadas partidas, que constitúen as principais referencias comerciais (Táboa 4). A principal partida, tanto no lado das vendas como no das compras ao exterior, corresponde aos medicamentos da partida 3004 (medicamentos mesturados ou sen mesturar para uso terapéutico ou profiláctico para venda ao por menor non incluídos noutras partidas), seguidos a moita distancia dos produtos relacionados co sangue

(humano e animal), antisoros, vacinas... (partida 3002) e doutros medicamentos (partida 3003: medicamentos agás os das mesturas non expresados noutra parte, forma farmacéutica,...).

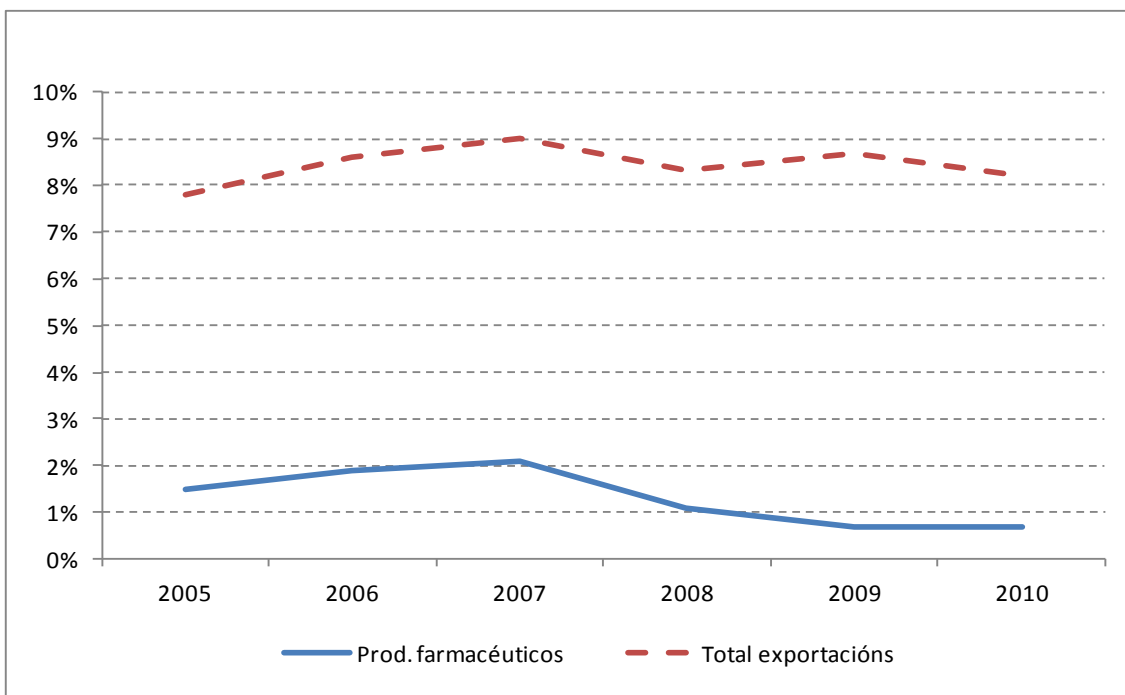
Táboa 4. Principais partidas do comercio exterior de produtos sanitarios. Galicia, 2005-2010 (datos en miles de euros)

	2005		2010	
	Export	Import	Export	Import
(30) Produtos Farmacéuticos	77.204,03	398.929,48	57.329,00	542.236,33
(3002) Sangue humano; sangue animal, antisoros, vacinas	4.779,74	1.475,43	13.613,48	2.784,50
(3003) Medicamentos (agás os das mezclas non expresados noutra parte, forma farmacéutica, etc)	1.015,11	0,12	7.629,72	4.796,68
(3004) Medicamentos mesturados ou sen mesturar para uso terapéutico ou profiláctico para venda ao por menor non incluídos noutras partidas	71.054,10	397.244,38	35.932,14	533.757,39
(90) Aparatos Ópticos, Medida, Médico-Cirúrxicos....	7.109,66	39.443,54	13.201,36	54.319,65

Fonte: Elaboración propia a partir da base de datos DATACOMEX (Ministerio de Economía y Competitividad)

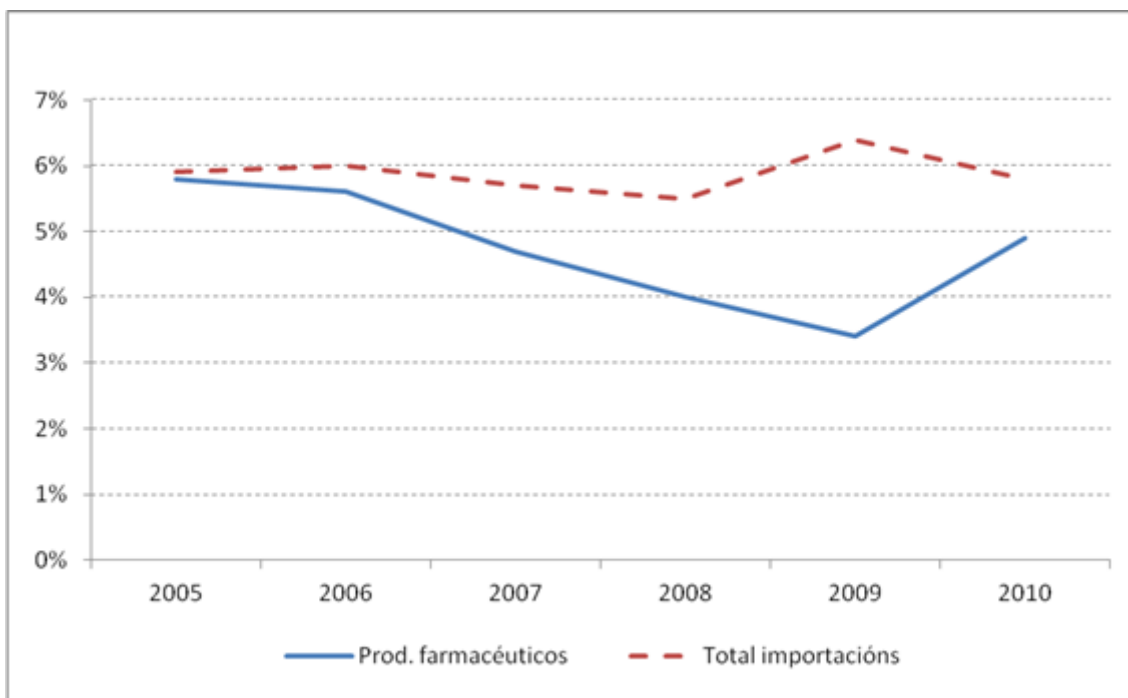
Un último aspecto a destacar vén dado pola reducida importancia relativa de Galicia (Gráfico 13) no que se refire ás exportacións de produtos farmacéuticos en relación ao conxunto de España (menos do 0,8%); e o que máis preocupante: lonxe de aumentar, está a diminuír nos últimos anos (chegou a superar o 2% no ano 2007). Como dato a ter en conta e que permite ponderar esta valoración, cómpre sinalar que o peso das exportacións totais galegas vén representando valores que se sitúan entre o 8 e o 9%, mentres que non chega ao 1% no que se refire ás vendas ao exterior de produtos farmacéuticos. Algo diferente sucede no lado das importacións (Gráfico 14), se ben Galicia segue a presentar tamén neste caso unha menor importancia relativa que a que lle corresponde a nivel do conxunto do comercio exterior.

Gráfico 13. Peso relativo de Galicia nas exportacións españolas, 2005-2010



Fonte: Elaboración propia a partir da base de datos DATACOMEX (Ministerio de Economía y Competitividad)

Gráfico 14. Peso relativo de Galicia nas importacións españolas, 2005-2010



Fonte: Elaboración propia a partir da base de datos DATACOMEX (Ministerio de Economía y Competitividad)

5.4.2. As relacións intersectoriais do sector da saúde: unha aproximación a través da Táboa Input-Output de Galicia

A importancia do sector produtivo da saúde en Galicia tamén pode ser aproximada a través da análise das táboas input-output, que constitúen unha ferramenta analítica con elevadas potencialidades á hora de coñecer tanto as súas conexións intersectoriais (relacións con outros sectores) como a súa inserción externa. Ademais, a información que conteñen estas táboas permite aproximarse tamén á importancia e comportamento dos servizos sanitarios.

A continuación realízase unha análise das conexións intersectoriais, con especial atención aos bens e servizos sanitarios, a partir da táboa input-output de Galicia do ano 2005.

No que atinxe á oferta produtiva (matriz de orixe, Táboa 5), cómpre destacar a elevada importancia que representan os servizos sanitarios públicos (servizos sanitarios de non mercado), que representan en torno ao 45% da produción total (produtos farmacéuticos e servizos sanitarios), seguidos polos produtos farmacéuticos (29%) e os servizos sanitarios de mercado (25%). Completan a relación os servizos veterinarios (1%). Por outra banda, cómpre destacar que, se ben os produtos farmacéuticos representan unha parte importante da oferta produtiva, a meirande parte do seu valor é xerado fóra de Galicia, representando as importacións de produtos farmacéuticos un 70% do valor da oferta total.

Táboa 5. Matriz de orixe do sector de produtos e servizos sanitarios (datos en miles de euros)

	Produción total a prezos básicos	Total importacións	Oferta total a prezos básicos	Produción Total/Oferta Total (prezos básicos)	Importacións/ Oferta Total (prezos básicos)
Produtos farmacéuticos	367.112	861.561	1.228.673	29,88	70,12
Serv. sanitarios de mercado	1.061.237	0	1.061.237	100,00	0,00
Serv. sanitarios de non mercado	1.924.213	0	1.924.213	100,00	0,00
Serv. veterinarios de mercado	35.577	0	35.577	100,00	0,00
Serv. veterinarios de non mercado	26.975	0	26.975	100,00	0,00
Subtotal	3.415.114	861.561	4.276.675	79,85	20,15
Total economía	96.626.859,00	30.352.812	126.979.671,00	76,10	23,90

Fonte: Elaboración propia en base á Matriz input-output Galicia 2005

No que se refire á demanda intermedia do sector galego de produtos e servizos sanitarios (matriz de destino, Táboa 6), cómpre salientar a importancia dos produtos farmacéuticos, que destinan á demanda intermedia un 22% do total do output; tendo como principais sectores de destino as actividades sanitarias e veterinarias. O sector de produtos farmacéuticos destina máis do 17% da súa produción ás exportacións. Porén, é o gasto en consumo final o principal destino da produción farmacéutica, absorbendo máis do 60% dos seus destinos. No que se refire aos servizos sanitarios e veterinarios públicos (de non mercado), o destino exclusivo é o gasto en consumo final (100%);

mentres que no caso dos servizos veterinarios privados, en torno a tres cuartas partes dos seus destinos corresponden a demanda intermedia.

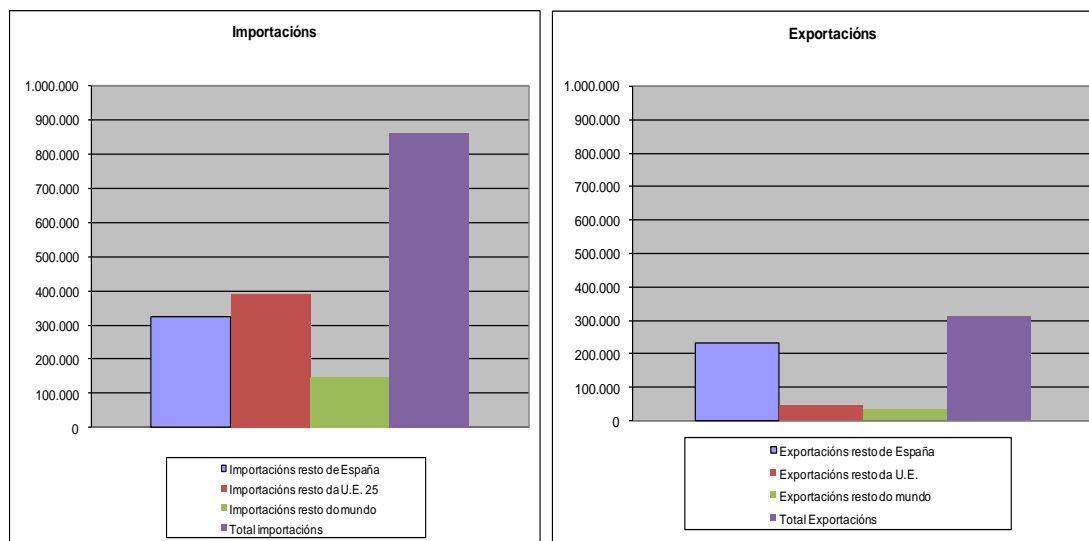
Táboa 6. Matriz de destino do sector de produtos e servizos sanitarios (datos en miles de euros)

	DEMANDA INTERMEDIA	Total gasto en consumo final	Formación bruta de capital	Total Exportacións	Total empregos a prezos de adquisición
Produtos farmacéuticos	401.772	1.088.304	4.482	311.103	1.805.661
Servizos sanitarios de mercado	150.835	910.402	0	0	1.061.237
Servizos sanitarios de non mercado	0	1.924.213	0	0	1.924.213
Servizos veterinarios de mercado	27.110	9.050	0	0	36.160
Servizos veterinarios de non mercado	0	26.975	0	0	26.975
Subtotal	579.717	3.958.944	4.482	311.103	4.854.246
Total economía	53.621.205	40.064.331	14.558.874	23.817.296	132.061.706

Fonte: Elaboración propia en base á Matriz input-output Galicia 2005

Outro aspecto de interese é o relativo á inserción externa do sector de produtos farmacéuticos (Gráfico 15). Neste caso, cómpre destacar a maior importancia das importacións sobre as exportacións, representando as primeiras case o triplo das segundas. Como principais lugares de orixe das importacións atópase a Unión Europea, seguida do resto de España e, en último lugar, as compras procedentes do resto do mundo. Algo ben diferente ocorre no caso das exportacións, onde o resto de España aparece claramente situado en primeiro lugar, seguido moi de lonxe polo resto da UE e o resto do mundo.

Gráfico 15. Importacións e Exportacións do sector galego de produtos e servizos sanitarios



Fonte: Elaboración propia a partir da Matriz input-output de Galicia 2005

Como último elemento a destacar, cómpre sinalar a reducida taxa de cobertura⁴⁹ (Táboa 7) dos produtos farmacéuticos (36%), que resulta especialmente baixa no caso das relacións con outros países, revelando unha elevada dependencia exterior por parte de Galicia no que se refire a este tipo de produtos.

Táboa 7. Taxa de cobertura do sector galego de produtos e servizos sanitarios

	Resto de España	Resto da UE 25	Resto do Mundo	Total
Produtos farmacéuticos	71,6	11,6	22,5	36,1

Fonte: Elaboración propia a partir da Matriz input-output Galicia 2005

5.5. A actividade innovadora das empresas de biotecnoloxía de Galicia

Para complementar o estudo desenvolvido nos apartados precedentes, abórdase a continuación a análise da actividade de I+D biotecnolóxica no seu conxunto en Galicia. Neste sentido, a Táboa 8 presenta a información do INE para o período 2008-2011, en comparación con España. Dos datos despréndese que o gasto interno en I+D biotecnolóxico en Galicia no ano 2011 representaba 46,3 millóns de euros, o que equivale ao 3,1% do total español. O gasto interno total en Galicia mostra un incremento do 8,7% entre 2008 e 2010, pese ao estancamento que xa se observa en 2010. No ano 2011 o gasto en I+D diminúe nun 5,5% con respecto ao ano 2010. No contexto español, a tendencia é a mesma, cun maior crecemento (22,1%) no período 2008-2010 e unha diminución do 4,4% en 2011.

⁴⁹ A taxa de cobertura é a relación entre o valor das exportacións e as importacións, expresándose habitualmente en tanto por cen (%). Noutras palabras, a taxa de cobertura mide a porcentaxe de importacións que poden pagarse coas exportacións realizadas durante o mesmo período de tempo.

Táboa 8. Gasto interno (miles de euros) en I+D biotecnolóxica e sector en Galicia e España, 2008-2011

		Empresas	Demais sectores ⁵⁰	Total	% gasto empresarial sobre total
2008	Galicia	14.019	31.020	45.039	31,1
	España	460.653	828.214	1.288.867	35,7
	% G/E	3,0	3,7	3,5	-
2009	Galicia	11.681	36.903	48.584	24,0
	España	485.467	928.682	1.414.149	34,3
	% G/E	2,4	4,0	3,4	-
2010	Galicia	12.949	36.029	48.978	26,4
	España	568.280	1.004.795	1.573.075	36,1
	% G/E	2,3	3,6	3,1	-
2011	Galicia	15.899	30.383	46.282	34,4
	España	537.884	966.335	1.504.219	35,8
	% G/E	3,0	3,1	3,1	-

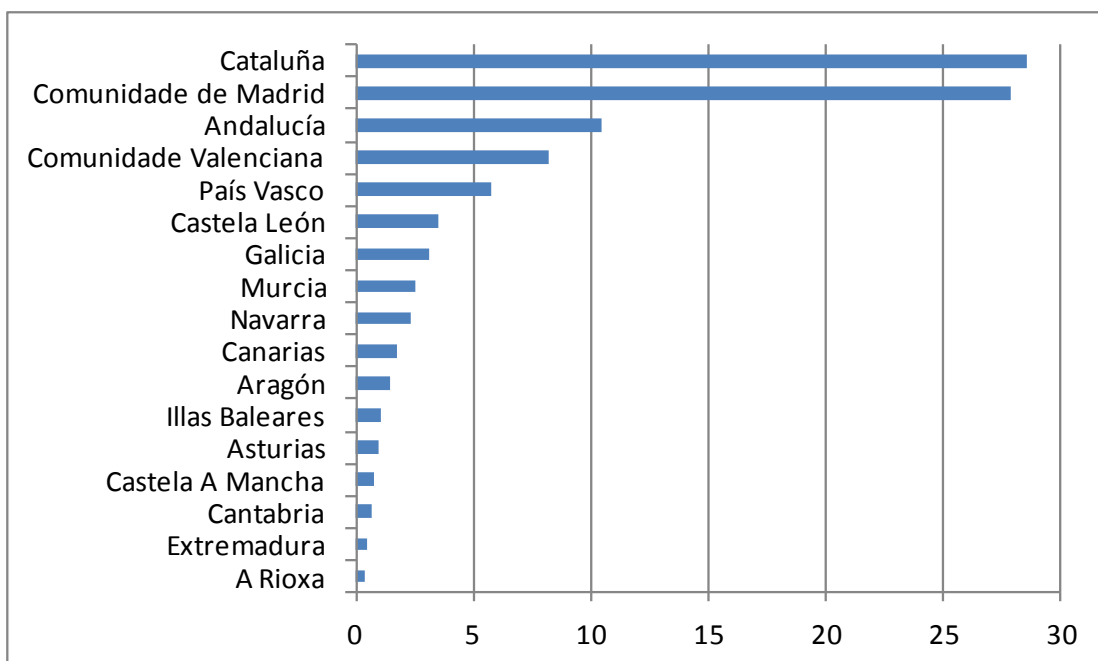
Fonte: Elaboración propia en base aos datos de INE

Por outra banda, a maior parte do gasto en I+D é realizada no eido público (Administración e, especialmente nas Universidades), situándose a importancia relativa do gasto empresarial en aproximadamente un terzo do total en case todo o período analizado. O gasto interno empresarial en 2011 foi de 15,9 millóns de euros, o que supón o 3% do gasto empresarial biotecnolóxico español. En canto á evolución nese bienio, advírtense tendencias opostas no caso galego e no español. No primeiro bienio (2008-2009) obsérvase unha certa diminución do gasto empresarial no caso de Galicia, mentres que no caso español, a tendencia foi máis positiva. Porén, no segundo bienio (2010-2011) sucede o contrario (tendencia ao crecemento en Galicia e á diminución en España).

O Gráfico 16 presenta o gasto interno empresarial en I+D biotecnolóxico por Comunidade Autónoma en 2011. Pódese observar que o gasto privado está concentrado principalmente en Cataluña (28,6%) e a Comunidade de Madrid (27,9%), que representan conxuntamente o 56% de todo o realizado en España; aínda que revelando unha diminución da importancia desas dúas Comunidades Autónomas, que en 2009 absorbían dous terzos do gasto empresarial. A continuación, sitúanse Andalucía (10,5%), Comunidade Valenciana (8,2%) e a maior distancia o País Vasco (5,8%). A porcentaxe restante distribúese fundamentalmente entre Castela-León (3,5%), Galicia (3,1%) e, en menor medida, Murcia (2,5%) e Navarra (2,3%).

⁵⁰ Inclúe o gasto en I+D realizado pola Administración Pública, Ensinanza Superior e Institucións Privadas sen Fin de Lucro.

Gráfico 16. Distribución xeográfica do gasto en I+D interno das empresas de biotecnoloxía en 2011 (porcentaxe sobre o total español)



Fonte: Elaboración propia en base aos datos do INE

Na Táboa 9 preséntase o volume de recursos humanos dedicados a actividades internas de I+D biotecnolóxica en Galicia en comparación con España para o período 2008-2011. Galicia conta cun total de 1.000 persoas adicadas á I+D biotecnolóxica (o 60,2% son investigadores) e España cun total de 24.300 (sendo investigadores o 63,2%). Neste sentido, o persoal empregado en I+D galego representa o 4,1% do español e os investigadores o 3,9%. Cómpre destacar que a maior parte desas persoas (aproximadamente tres de cada catro) traballan no sector non empresarial (público na súa maioría).

A realidade que revelan os datos de gasto e recursos humanos en I+D biotecnolóxica é coherente coa fortaleza da investigación pública. A investigación biomédica en Galicia, mesmo en maior medida que noutros países, realízase fundamentalmente nos organismos públicos de investigación, destacando especialmente o papel das universidades e, en particular, a Universidade de Santiago. O sistema sanitario público galego tamén realiza unha importante actividade investigadora, en grande medida en colaboración coas universidades, particularmente relevante nunha fase clave e crítica como é a investigación clínica. Polo tanto, no eido da investigación, tanto a nivel de infraestruturas como de grupos e liñas de investigación, Galicia constitúe un referente tanto a nivel nacional como internacional; especialmente nalgunhas áreas nas que a excelencia acada relevancia e recoñecemento mundial.

Táboa 9. Recursos humanos (en equivalencia a xornada completa) en I+D biotecnolóxica por sector en Galicia e España, 2008-2011

		Persoal en I+D				Investigadores			
		Empresas	Demais sectores	Total	% empresarial sobre total	Empresas	Demais sectores	Total	% empresarial sobre total
2008	Galicia	177,4	685,8	863,2	20,6	113,1	464,4	577,5	19,6
	España	5.349,3	14.724,8	20.074,1	26,6	3.089,7	9.536,8	12.626,5	24,5
	% G/E	3,3	4,7	4,3	-	3,7	4,9	4,6	-
2009	Galicia	166,6	754,7	921,3	18,1	104,8	492,5	591,6	17,7
	España	5.774,3	16.248,8	22.023,0	26,2	3.389,0	10.571,4	13.941,0	24,3
	% G/E	2,9	4,6	4,2	-	3,1	4,7	4,2	-
2010	Galicia	220,7	792,7	1.013,4	21,8	108,0	515,5	623,5	17,3
	España	6.380,4	17.612,9	23.993,3	26,6	3.778,4	11.677,9	15.456,3	24,4
	% G/E	3,5	4,5	4,2	-	2,9	4,4	4,0	-
2011	Galicia	220,6	778,6	999,2	22,1	113,3	487,7	601,0	18,9
	España	6.624,1	17.675,1	24.299,2	27,3	3.915,6	11.430,6	15.346,2	25,5
	% G/E	3,3	4,4	4,1	-	2,9	4,3	3,9	-

Fonte: Elaboración propia en base aos datos de INE

Por último, un aspecto importante para comprender o dinamismo actual e as posibilidades de crecemento futuro do sector das biotecnoloxías en Galicia está moi ligado ao papel do sistema financeiro e, en especial, ao sector do capital especialmente orientado a investir na creación e crecemento de empresas de base tecnolóxica ou capital risco. A existencia de capital semente é especialmente crítica nun sector como a biotecnoloxía, caracterizado polo pequeno tamaño das súas empresas e polos longos períodos de tempo que transcorren dende o inicio da actividade da empresa ata que esta pode comercializar os seus produtos. A actividade de investimento de capital risco en empresas do sector biotecnolóxico e biomédico en Galicia é relativamente modesta, pero representa un dos ámbitos nos que esta se mantén activa, mesmo nos anos de crise. Nese sentido, hai que destacar a elevada importancia do investimento público no financiamento da actividade biotecnolóxica, ben a través de axudas directas, como o CDTI ou ENISA, ou ben a través de fondos público/privados de capital risco (Xesgalicia, UniBiofocus e a expansión do fondo Cross Red Biotech). Por outra banda, a comezos do ano 2011 a empresa Eurospes⁵¹ incorporouse ao Mercado Alternativo Bursátil e Galchimia⁵² iniciou en 2012 o proceso para participar nese mercado.

5.6. Conclusións

A aproximación realizada ao panorama da actividade empresarial no sector biomédico en Galicia permite estimar un certo dimensionamento do sector, o tipo de empresas e as actividades predominantes, así como de aspectos relacionados coa súa actividade innovadora. Ademais permite mostrar a importancia que os produtos farmacéuticos, sanitarios e, polo tanto, tamén os biotecnolóxicos, teñen no comercio

⁵¹ Esta empresa con sede en Bergondo é referencia internacional, así como líder en España en investigación, diagnóstico e tratamento de enfermidades do sistema nervioso central neste campo de actividade, con patentes pioneiras en bioproductos nutracéuticos e farmacoxenómica dedicada á investigación biomédica.

⁵² Esta empresa localizada en O Pino converteuse na empresa líder en España de química orgánica sintética.

exterior de Galicia e a súa contribución ao saldo da balanza de produtos de alta tecnoloxía do país.

A actividade no campo da biomedicina constitúe un sector estratéxico nas políticas de innovación e desenvolvemento dos diferentes países. A súa importancia vén motivada, entre outros aspectos, pola súa contribución ao crecemento económico, á creación de emprego de alta cualificación e á competitividade innovadora.

No que se refire á actividade empresarial neste ámbito científico-tecnolóxico, pódese afirmar que é incipiente, aínda que crecente mesmo no actual contexto de crise. Malia ás limitacións estatísticas existentes para identificar coa debida precisión un sector tan complexo como este, conseguíuse realizar unha aproximación á súa dimensión real e evolución recente. Tamén é certo que o seu tamaño varía sensiblemente en función da fonte considerada. A esta dificultade engádese o feito de que aínda, a día de hoxe, non existe unha clasificación de actividades económicas (tanto industriais como de servizos) que inclúa de xeito específico á actividade biomédica e mesmo a biotecnolóxica en xeral. Con esas limitacións, podemos dicir que Galicia conta cun incipiente sector biomédico, que acumula xa unha certa experiencia en aspectos claves como a transferencia exitosa de coñecemento, experiencia en financiamento con capital risco neste eido, capacidade xestionaria e coñecemento de certos mercados ou nichos de mercados globais, de xeito que todo iso, conxuntamente coas capacidades do sistema de I+D público, pode sentar as bases da emerxencia dun sector estratéxico. Loxicamente, conseguir dar o salto vai depender en boa medida da existencia dunha estratexia clara e ambiciosa por parte do sector público e do propio sector empresarial.

Outro aspecto que merece ser destacado é a estreita relación entre a actividade innovadora das empresas que operan neste campo coa investigación universitaria. De feito, unha parte significativa das empresas nacen como *spin-offs* universitarias, aproveitando o fluxo de coñecemento dunha área científico-tecnolóxica na que Galicia ten demostrado ser un referente tanto a nivel nacional como internacional; acadando un nivel de excelencia e relevancia mundial nalgúns áreas específicas.

Quizais a principal eiva que afronta este sector é a escaseza e febleza no acceso a fontes de financiamento, especialmente ás de carácter privado. Aspectos tales como o capital risco ou os *business angels* son elementos que deben ser incluídos nunha axenda de desenvolvemento estratéxico do sector. Cómpre que estas estratexias de financiamento avancen cara un perfil máis especializado, tendo en conta as especificidades ligadas ás diferentes fases de desenvolvemento dunha empresa neste eido.

Bibliografía

Ardán (2008): *Directorio de Empresas ARDÁN GALICIA 2008*. Vigo: Consorcio da Zona Franca de Vigo.

Asebio (2005-2011): *Informes anuais Asebio 2005-2011*.

Fundación Genoma (2009): *Relevancia de la Biotecnología en España 2009*.

Fundación Genoma: *Mapa de recursos biotecnológicos*, www.gen-es.org/mapa_recursos/fullscreen_05.cfm

Instituto Galego de Estatística, IGE (2007): *Directorio de Empresas e Unidades Locais*.

- Instituto Galego de Estatística, IGE (2009, 2011): *Afiliados á Seguridade Social*.
- Instituto Galego de Estatística, IGE (2009, 2011): *Contas de Cotización de empresas á Seguridade Social*.
- Instituto Galego de Estatística, IGE (2005): *Táboa input-output Galicia 2005*.
- Instituto Nacional de Estatística, INE (2007-2011): *Estadística sobre el uso de biotecnología*.
- Ministerio de Economía y Competitividad (2005-2010): *Estadísticas del Comercio Exterior. DATACOMEX*.
- Vence, X.; Rodil, Ó.; Sánchez, M.C. (2011): *A Plataforma Tecnolóxica Galega de Biotecnoloxía (Biotega). Axenda Estratéxica*. Documento interno da Plataforma Biotega sen publicar.
- www.bioemprende.eu

Agradecementos

Os autores agradecen o apoio financeiro recibido por parte do Fondo Europeo de Desenvolvemento Rexional (FEDER), da Xunta de Galicia (Grupo de Referencia Competitiva 2008/041, Proxecto 08SEC008201PR e Axuda de consolidación e estruturación de unidades de investigación competitivas do SUG CN2011/041) e do VII Programa Marco (proxecto «Targeted R&D policy»).

CAPÍTULO 6. CREATING CLEANTECH CLUSTERS - LESSONS FOR TRANSITION REGIONS⁵³

Philip Cooke

Cardiff University and the Oxford Institute for Sustainable Development

Centre for Advanced Studies

44-45 Park Place, Cathays Park, Cardiff

cookepn@cf.ac.uk

Summary: This paper focuses upon the processes and practices that may lead to the evolution of an innovative cleantech cluster in transition regions, connecting also to a national cleantech innovation and economic development system. The method chosen to illustrate the cluster evolution process involves, first, a brief theoretical perspective on the cluster evolution process in general —emphasising the importance of ‘recombinant knowledge’ in innovation emergence— illustrated, second, by results from recent international research studies into cluster emergence and development in the cleantech ‘platform’. This is followed by a third section that highlights key policy interventions at both regional and national levels. Finally, recommendations attuned to the challenges and opportunities offered by transition regions as potential cleantech clusters are provided. For these the emphasis is towards the renewable energy elements of the broader cleantech platform while some of the international illustrative material is drawn upon a slightly wider canvas.

Key words: clusters, cleantech, transition regions

⁵³ Os coordinadores do libro optaron por publicar a versión orixinal en inglés do autor para non desvirtuar o contido e matices do autor.

6.1. Introduction

One of the first tasks in a report of this kind is to clarify a number of relatively new terms being utilised. One refers to the broad platform of ecological innovation namely ‘eco-innovation’ and the other refers to the subject of this report, the subset of both innovative and non-innovative activity that comprises ‘clean technology’ or *cleantech*. The first of these is defined by EU DG Environment as: ‘...an environmental product, service, management practice or process...’. However this is vague and indistinguishable from a previous era definition of ‘Environmental Technologies’. This is inadequate because many of those were associated with one-off ‘clean-up’ anti-pollution technologies typical of the preceding era of ‘ecological modernisation’ (Desfor & Keil, 2007). A better, but still inadequate definition comes from the European Environmental Agency: ‘...Eco-innovation is the commercialisation of knowledge to elicit direct or indirect ecological improvements.....’ which is also somewhat vague and lacking in the important ‘system’ dimension that is particularly pronounced in the eco-innovation field. So we will opt for a definition of *eco-innovation* that captures the classic ‘recombinative’ and ‘systemic’ character of innovation as ‘new combinations of knowledge commercialised to minimise human-centred ecological degradation’. This is close to our preferred definition of the broad ‘clean technology’ platform with which eco-innovation interacts. Recall, this may involve innovative and non-innovative (e.g. adaptive) action. Cooke (2008) after a comparable review of proposed meanings defines cleantech as: ‘...diverse products, technologies and processes which, from the clean energy supply chain through to production, consumption and recycling of goods and services, result in reductions in greenhouse gases...’. With these definitions in mind, some degree of conceptual management is provided for what is a sprawling field of related and semi-related economic activities. Their very inter-connectedness, nevertheless, implies a wholly different order of complexity from usual across sectors, in the study and policy appreciation of both eco-innovation and economic development (together we can think of both contributing to cleantech).

A key reason for this is tied up in the terms ‘complexity’ and ‘evolution’ briefly alluded to in the preceding paragraph. In this report, a perspective is introduced in layman’s language that highlights important ways of thinking about cluster evolution in general and the further evolution of cleantech ‘platforms’. Such platforms are related to but distinctive in relation to ‘technology platforms’, on the one hand, and ‘industry platforms’ on the other. The first refers both to the way, for example, a computer hardware system acts as a platform for a specific system of operating software; and to research around a ‘technology platform’ (e.g. in biotechnology) which involves a quest for multiple application pathways from a discovery or technology. The second refers to the evolution of inter-firm relations within a sector (e.g. Intel in ICT) that facilitates an ecosystem of interdependent suppliers for developing integrated products, technologies and services (Gawer, 2009). Here, we are more concerned with an ‘innovation platform’ or more specifically an ‘eco-innovation platform’ in which cleantech development is embedded. As noted, that practical embedding may achieve development into needed products or processes with innovation or with less exacting adaptation, imitation, emulation or modification work. It is the criss-crossing of knowledge among a group of industries displaying ‘related variety’ and high lateral (across sector boundaries) ‘absorptive capacity’ that leads to innovation or the other lesser improvements that meet a new need or adjust an old solution to a new problem.

This is the heart of perceived ‘cluster advantage’ whereby a cluster facilitates such knowledge recombination because of the existence of a ‘community of practice’ or co-operative mentality among firms, especially at the pre-competitive stage of product or process development. Evolutionary economic geography places a profound emphasis on ‘related variety’ and its recognition, exploration, examination and exploitation in technology, skills or applications as the key source of economic growth. However, it also recognises, with equal profundity, the importance of ‘path dependence’ in economic development. Often seen as a negative ‘legacy of history’ locking a region in to a declining and inappropriate platform for future growth, path dependence is nowadays, in harness with ‘related variety’, seen as a source of growth when cross-fertilisation of knowledge occurs across industry boundaries. Examples include joint agricultural-automotive R&D on biofuels (Jürgens & Blocker, 2010), inkjet printer applications to ceramics and shoe design (Hervas-Oliver & Boix, 2011) and nano-filter paper applied to lake algae for organic, paper-based batteries (Nystrom et al., 2009). Each of these is, respectively, a cleantech innovation, adaptation or invention that occurred through a process of *path interdependence* between very different economic activities or assets (even algae is now seen to have multifold asset value in agro-food and biofuels as well as electricity storage). In evolutionary economics terms these are mutations brought about by recombinations of knowledge and or its effects. Here, evolutionary economic geography and complexity theory come close together when the latter explains such cross-pollinations in terms of the meeting of ‘strange attractors’ in complexity space consisting of ‘basins of interaction’ or, to use their own terminology to characterise such points of creative energy: ‘clusters’.

In what follows, the next section (2) has a brief theoretical elaboration and summation of key points on the cluster evolution process, going a little further into ‘recombinant knowledge’ in cluster emergence and development. Second, this is exemplified by results from recent international research studies into cluster emergence and development in the cleantech ‘platform’ (3). There is then a further main section (4) that highlights key policy interventions involved in selected cases at both regional and national levels. Finally, recommendations attuned to the challenges and opportunities offered by transition regions as potential cleantech clusters are provided.

6.2. Clusters and Eco-clusters as Forms of Complex Evolution

In the introduction, we itemised the main elements of an explanation of cluster-formation by reference to key propositions of what may be called Evolutionary Complexity Theory (ECT). In this paragraph, the report will go over the main points and elaborate them to signal important, as yet undisclosed factors that explain the ways in which entrepreneurs and innovators make the connections across sectoral boundaries to make progress towards developing cleantech activity. It will be recalled that cleantech always has the intention of creating diverse products, technologies and processes which, from the clean energy supply chain through to production, consumption and recycling of goods and services, result in reductions in greenhouse gases. We have seen already how three sectoral crossovers have resulted in new applications of traditional products and processes or produced an invention (paper batteries) that hold great promise not only in large-scale energy storage, but sustainable small device energy storage (Motorola is one sponsor this research), and small device battery charging through, for example, nano-paper curtains that convert solar to electrical energy (IKEA is another sponsor). Regarding the biofuels exemplar, this is of course, old technology that nevertheless attracts large-scale consortium funding involving small firms (e.g. in Germany, Choren, for agro-forestry expertise) and

industry leaders like VW, Daimler, Renault, Shell, BP, Chevron and Total. Choren was the cross-over project leader of the EUCAR second-generation biofuels initiative and it is located in Freiburg, the heart of Germany's 'Solar Region' not to be confused with Leipzig's 'Solar Valley' renewable energy cluster. Finally, the use of (organic ink) inkjet printer technology for, first the decoration of ceramics, and more recently that of (mainly) women's shoes has had a disruptive effect, giving Spain (for ceramics) and Portugal (shoes) unexpected industry boosts in hard times. The Spanish application was made in 2009 in the Castellon (Villareal-Valencia) ceramics cluster while the application to shoes was first made in 2011 in the Sao Joao de Madeira shoe cluster between Aveiro and Oporto. Important in all cases was the existence of industry innovation centres in proximity to the respective clusters.

In each case we see the importance of the following ECT concepts to the manner in which eco-innovations or adaptations were made:

- Path dependence — cognition of the history of an industry, its ecosystem and its new (cleantech) market challenges
- Path inter-dependence — where the challenge is met by search and selection activities to interact with other industries to evolve cleantech solutions
- Platform — the possibility that such interactions may be found in proximity but, failing that, at least 'relational' if not 'geographic' proximity
- Related variety — recognition that where firms are in industries cognitively close even if output-wise distant, this is a basis for possibly fruitful engagement
- Absorptive capacity — in the lateral dimension capability to understand 'difference' and 'comparability' of business models, market niches and technological expertise
- Strange attractors — the 'self-organizing' way in which systems respond to 'shocks' or disequilibria (e.g. cleantech effect) by change elements (firms; innovation centres; policies) coming to occupy a 'basin of attraction' possibly to form a cluster of interacting agents pursuing novelty

Next, it is important to extend this analysis further into, on the one hand, the creative activities that result in new solutions (including innovations) to problems posed by system equilibrium, path-dependent lock-in (carbon lock-in, as Unruh, 2000 calls it), and resistance to change, and, on the other, the process of 'emergence' by which such change is initiated, including by means of policy support.

With respect to the first, ECT introduces two concepts that are of considerable importance to development of an understanding of how change by adaptation (complex adaptive systems) occurs. This includes innovation or creative work that produces novelty where such had not existed in that field before. The first concept of value is derived straight from evolutionary biology where it is known as 'exaptation' (Vrba & Gould, 2002). This denotes a biological function that has evolved a new use — an example being the buoyancy bags of some fish originating in the era when they had lungs, since replaced by gills; another are the bones of the human inner ear, originally part of the jawbone mechanism of certain fish species from which we evolved. Closer to home this is known as 'preadaptation' a concept introduced by Kauffman (2008) to show how problem-solving often involves novelty formed from pre-existing knowledge or artifacts, but adapted or innovated anew. This nowadays has two dimensions: the first

is pure preadaptation; the second is known as retro-innovation. Kauffman regularly makes reference to an historical case of ‘preadaptation’, the origin of which he was unable to track down, but which has since been discovered (Cooke, 2012a). In the early 1900s the Ford Motor Company was keen to develop affordable farm tractors. However, in following the path dependence of the old steam-driven traction engines, the new, still heavy gasoline engines regularly broke the chassis, itself wholly transferred from car design, and before that, coach-design. His chief engineer, a Hungarian named Eugene Farkas, intuited that the engine was strong enough to dispense with the chassis, commissioned a design (Fordson F) that extended the engine block struts to the rest of the vehicle, solved the problem and from 1917 allowed an even more affordable solution to prevail. The preadaptation is that the engine became the frame of the whole vehicle to which all other parts were attached. Farkas’ insight may have been influenced by his father’s expertise as a wagon builder and his own early employment as a motor cycle designer. We shall see below how important preadaptation was to the ‘emergence’ of the first modern wind turbines in the North Jutland region of Denmark.

The second kind of preadaptation is otherwise known as ‘retro-innovation’ after Immelt et al., (2009). This idea to attack vast markets ‘at the bottom of the pyramid’ (Prahalad, 2005) was pioneered by Taiwanese chip design firm Mediatek who in 2004 out-performed iconic firms like Texas Instruments to pioneer the creation of ‘chip stacks’ integrating up to thirteen different functionalities in software and chip design at an affordable price. This launched the Chinese ‘good enough,’ ‘Shanzhai’ cellphone industry that swiftly moved to production of 150 million handsets a year, 40 million of them exported to the other BRIC countries. Noticing this, US multinational GE did much the same with scanning technology retro-innovating them as cellphone driven manual heart and body scanners for sale in developing countries at \$1,000. So successful was this adaptive innovation that they began to be used by US police and paramedics enabling swift diagnosis of car crash and other accident victims. Accordingly, retro-innovation may be a significant element of cleantech creativity for agro-food and other intensive users of water and energy. A further example may illuminate. In the west it was realised early in the twentieth century that major declines in infant mortality were due to medical incubators more than any other infant care equipment or treatment. When transferred to less developed countries they typically broke down, thus becoming useless. An aid agency roundtable led to a reframing of the question —actually typical of preadaptive complexity thinking— from why do they break down? To one of: who can fix things? By the 1970s every African village had a mechanic who could fix Toyota trucks. So the answer was to build incubators made of Toyota truck parts, and this was successfully done.

Finally, a more advanced challenge for problem-solvers, entrepreneurs, innovators and policy-makers concerns what complexity science understands as exploration of the ‘adjacent possible’. This means the adaptation or innovation space is a ‘White Space’, a *tabula rasa* or *terra incognita*. An ‘abductive’ step into the unknown must be taken, with no preadaptive or retroactive guides at hand. How is this done? It clearly involves, amongst other things, research, imagination, conjecture, refutation, trial-and-error and recombination of ideas, solutions and elements to hand. Accordingly, at this point we re-introduce the idea of ‘emergence’ and introduce a new one of ‘modularisation’. Emergence is a process typical of biological organisms but can also be seen in the physico-chemical world. Emergence theory posits levels of causality, usually three; the atomic, possibly also molecular; the meso or compound level and the functional. If we think of hydrogen, carbon and oxygen molecules, crucially each one is

completely *different*, each one has its own distinctive properties, and each can join forces with other molecules (or one can be excluded, as with H₂O). But when they come together, they form sugar, which has different qualities like sweetness that the individual molecules do not possess. Out of the meso-level recombination ‘emerges’ extra qualities of value not hitherto present. Interestingly the same three are the constituent parts of flour, which ‘emerges’ with different properties, taste, consistency and the like. Each can easily be recombined at the functional level to enable a cake to become ‘emergent’, which has yet other qualities, complexities and value. Crucial to this process is ‘modularisation’. Each element and level up to the final one consists of modules/molecules. And even the cake can be a module of a larger culinary event. It is fundamentally by working with modules —from a cake to a jet engine— that the adjacent possible is explored, solutions found and innovations made. ‘Reframing’ is cognitively crucial to this because a new paradigm, such as ‘cleantech’ instead of ‘carbon’ gives the energy to self-organizing complex adaptive systems to push the system into disequilibrium, near to what complexity science knows as ‘the edge of chaos’ from where strange attractors or even ‘normal attractors’ may produce adaptations and innovations in a ‘basin of attraction’ that may give rise to a new ‘cleantech cluster’.

6.3. Strange Attractors: Some Living Examples

Here, we will provide three case-accounts that involve some or all of the above conditions in cleantech cluster emergence, evolution and consolidation. The exemplars are drawn from North Jutland, Denmark, Sweden and California in the USA. To advertise the analysis somewhat, the recommendations will aim to take the best elements of all three models. This means dynamic venture support from California and high-grade collective initiative and good governance from Denmark and Sweden.

6.3.1. Denmark: Collective Entrepreneurship in Eco-innovation

In 2010 wind power’s share of Danish electricity supply was 20%. It can be seen from Table 1 that Denmark’s share of wind turbine production employment was second largest in Europe at 23,500 after Germany, with 38,000. Interestingly, Sweden and the Netherlands both of which had aspirations and national strategies to develop wind energy industries failed to achieve critical mass. It is argued in Johnson & Jacobsson (2003) that Swedish failure was because national policy only supported large MW sized turbines for which there was no demand, while the Dutch quickly became path dependent on their local market in which there was little demand and much amenity-planning opposition. Whereas, by contrast:

‘...in the first half of the 1990s, the German industry was aided by industrial policies at the federal and state levels that created a ‘quasi-protected’ market and a German market share of more than 50%.’ (Johnson & Jacobsson, 2003, 34)

There were also responsive ‘regimes’ towards wind power, including early ‘feed-in’ tariffs, on behalf of German and Danish entrepreneurs, that were absent in Sweden and the Netherlands. Moreover the Dutch relied on financial incentives while the Germans used a combination of investment subsidies, legislation, legitimacy and industrial policy (e.g. regeneration of obsolete shipyards for wind turbine production in the Baltic ports; Fornahl et al., 2010).

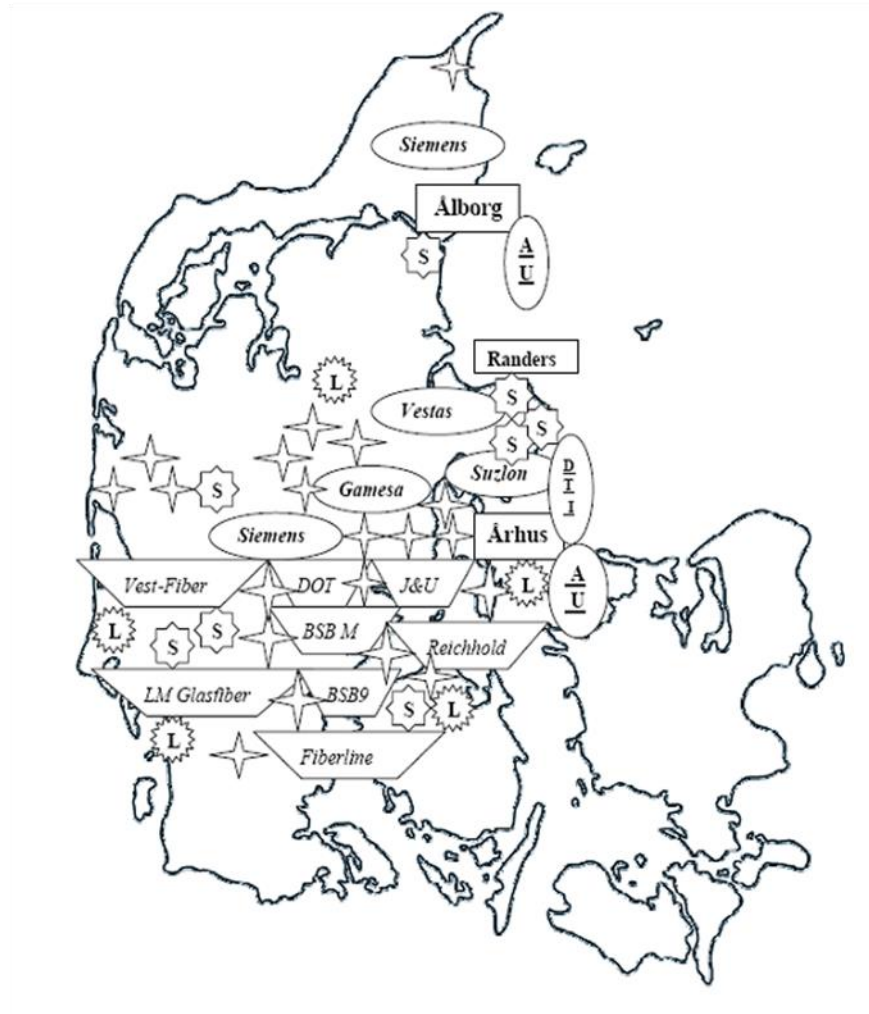
Table 1. Direct Employment from Wind Energy Companies in Selected European Countries

Country	No. of direct jobs
Austria	700
Belgium	2,000
Bulgaria	100
Czech Republic	100
Denmark	23,500
Finland	800
France	7,000
Germany	38,000
Greece	1,800
Hungary	100
Ireland	1,500
Italy	2,500
The Netherlands	2,000
Poland	800
Portugal	800
Spain	20,500
Sweden	2,000
United Kingdom	4,000
Rest of EU	400
TOTAL	108,600

Source: Danish Wind Energy Association

Though, as is shown below, Denmark's regulators were less benign, even withdrawing a modest subsidy in 2000, nevertheless judicious policy frameworks animated by short communication lines between cleantech business associations and relevant Ministries sustained the innovation stage of Denmark's emergent renewable energy industry. Accordingly, in Denmark, renewable energy at relatively small scale was a viable business option for new entrants or existing entrepreneurs in 'related variety' industries like agro-food and marine engineering. The definitive example of this is Vestas, the world's largest wind turbine producer, located in Jutland, which began life as a producer of agro-food equipment, notably milk coolers. To evolve that 'technology platform' the company later moved into the manufacture of turbo-coolers for ship's engines. This expertise in 'stirring' technology both enabled the firm to cross sector boundaries from cooler engineering to wind turbines and out-perform US competitors like GE and Westinghouse who based their turbines on aeroplane propellers.

Figure 1. The Wind Turbine Cluster in North Central Jutland, Denmark



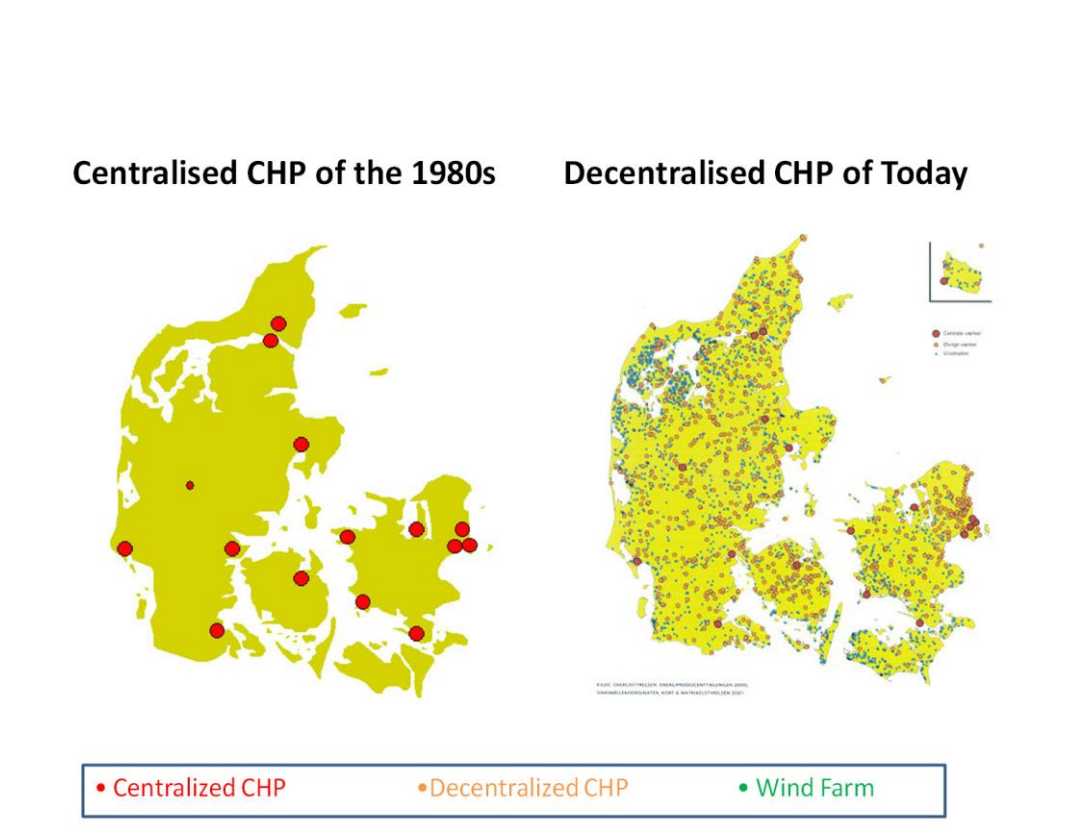
Note: Quadrangles — fibre glass blade suppliers; star shapes — engineering suppliers; stars marked ‘S’ — service suppliers; stars marked ‘L’ — logistics suppliers; AU — universities; DTI — Danish Technological Institute

Source: Centre for Advanced Studies, Cardiff University based on Danish Wind Industry Association data, 2007.

In Fig. 1 Vestas is the major surviving Danish-owned wind turbine producer; Siemens acquired the others; Gamesa is Spain’s leading turbine producer and Suzlon is India’s. Numerous supplier firms emerged during the forty year history of the cluster 1970-onwards, as a consequence of which the firms depicted in Fig. 1 comprise some 70% of the total membership of the Danish Wind Industry Association. Interspersed with the wind turbine cluster is an innovation platform of some twenty firms, some like Grundfos and Danfoss being medium-sized multinationals, involved in production both of photovoltaic cells and products, such as pumps, used in cleantech agro-engineering, building construction, heating and air conditioning. Other firms, such as Logstor, specialise in insulated pipework for district heating power stations and further green applications. Yet others specialise in insulated windows, biogas power plant production, geothermal, wave, waste and biomass heat and power engineering.

A striking effect of this is seen in Fig. 2, which portrays the ‘revolution’ in the decentralisation of power generation in Denmark where regional and local providers came to dominate the scene after the 1980s. With regional administrations established in Denmark since 2007, an exemplar of new regional initiative has been north Jutland’s emergent ‘green regional innovation system’ a cleantech cluster-platform which grew out of the early lead established by Danish wind turbine eco-innovators. North Jutland is nowadays specialised in building and developing renewable energy through District Heating innovations and innovative technology mixes. Demanding customers for District Heating in Denmark are the municipalities (mainly responsible for the shift in Fig. 2.), most of whom run local energy supply companies and some 60% of Denmark’s citizens rely upon it. Municipalities seek a balanced supply and order customised mixes of biomass, biogas, wind, solar and marine energy depending on location and the type of solution required. The Danish National R&D Strategies for Renewable Energy Technologies (2003), Subsidies for Renewable Electricity Generation (2004) and the Danish Energy Strategy 2025 (2005) initiatives set the appropriate framework for Danish heating and cooling engineers to evolve multiple renewable energy systems combining wind, solar, marine, geothermal, biomass and biogas energy to offset variability in supply of single sources. Hence, system variety and adaptiveness became ‘emergent’ in Danish renewable energy portfolios and the region whose path interdependence was able to press home its inherited collective advantage was north Jutland where most companies and clients are based (Cooke 2010b).

Figure 2. Denmark’s Shift from Centralised to Decentralised CHP



Source: Danish Energy Authority

Together, these regional District Heating firms, municipalities, university laboratories and technology transfer agencies created an association entitled *Innovative Region: Flexible District Heating*. This consortium, since renamed *Flexenergie*,

successfully bid for a €4 million project from the Danish ‘Demand Driven Innovation Fund’ which since 2007 has been managed and implemented through each of Denmark’s five regions. This funds a number of future projects on multiple renewable energy combinations. These involve development of advanced software, sensors and systems management of the necessary shifts from one energy source to another. It also involves associated energy storage issues for minimising fluctuations in outputs during transitions. Back-up generator facilities remain necessary for the hiatus between on-stream energy varieties and a key intent is to replace hydrocarbons with renewables even for this modest function. A group of projects mixing wind with gas, biogas and geothermal are thus underway, many in the self-sustaining renewable energy municipality of 46,000 at Thisted in north west Jutland. This place acts as precisely an ‘environmental foreign policy’ lighthouse as visits in 2010 of delegations from Canada (Mayor of Toronto), USA (Pentagon), the Venezuelan Embassy and Indian and Bangladeshi energy ministries testify. In the following sub-section it is shown that this effect was preceded by the ‘self-organizing’ *Dogma* project which invented the role of ‘environmental foreign policy.’ The intention was that it should be a ‘lighthouse’ demonstration project on how to make cities more sustainable while also acting as good global neighbours.

6.3.1.1 *Enlightened and Innovative Green Public Procurement*

We can easily see municipal purchase of locally engineered district power stations fuelled by varieties of renewable energy as an exemplar of enlightened ‘green’ public procurement. But it is by no means an isolated instance of such eco-governance in Denmark. One of the best and most impressive eco-innovation cleantech public procurement initiatives in the world was Copenhagen’s leadership of the *Dogma* programme, which was completed by 2009. *Dogma* was fundamentally a policy network; that is, an informal or semi-formal organisational mechanism involving public and private individuals, stakeholder groups, organisations and associations interacting around specific multi-level policies and programmes. Network stability derived from establishment of trust, reliability, reputation and customary rules to which network members adhered. Network maintenance was secured by the access members had to resources and influence in projects. Network management, brokerage and facilitation were necessary functions taken by different network members in the target group. This is illustrated in the practical sense by Jensen & Tollin (2004) in their disclosure of how networks spread innovative policy knowledge in Copenhagen’s *Dogma* sustainable development strategies and actions. The dogma was a set of rules that each member of the network agreed and signed up to. However they also had to ‘walk the talk’ by fulfilling their commitments, otherwise their membership of the network was terminated in ‘punishment’.

Interestingly, for its first and best communicated initiative, Copenhagen tackled the important climate change issue of agro-food emissions. This was achieved by transforming food procurement from conventional to organic, which in Copenhagen and the other *Dogma* cities included schools, hospitals, day care and long-term care homes. Together, these city strategies on organic canteen food alone contributed to a 2.25% reduction in CO² emissions from their institutional food chains. In the further important emissions sphere of mobility, renewable energy vehicles were promoted and bought for bus, car and light truck or van fleets. Comparably, passenger transport CO² emissions were reduced by 10-15% in Copenhagen 1996-2006 following establishment of urban environmental zones and clean technology measures. Next, in regard to waste management, another significant climate change contributory factor, in Copenhagen up

to 80% of city household waste is used in Energy from Waste (EfW) power plants while over 70% of all waste is recycled. Finally, with respect to energy, a further major contributor, more than 25% of electricity generation in Copenhagen, is from renewables, notably wind (4%) and solar power (3%) in addition to waste (26%). Other *Dogma* cities approved building of biogas from waste biofuels power plants. Copenhagen had, from 1990 to 2005 reduced overall CO₂ emissions by 23% with the further reduction aim of 35% by 1990-2010. These achievements led to Copenhagen, home to the EU's Environmental Protection Agency, being elected Environmental Capital of Europe and International Solar City. In the Copenhagen Carbon Neutral Plan for 2025 the city committed to further reduce carbon emissions by 20% by 2015 through 50 specific initiatives, many involving more efficiency in the energy (wind, geothermal, solar replacing coal) and transportation grids.

Thus *Dogma* acted as an umbrella for various environmental initiatives, rendering environmental policy more efficient. The exercise also displayed evolutionary complexity inasmuch as many sustainable development networks formed and evolved into a 'network of networks' structure. This itself became formalised into a 'platform project' with envisioned modules, actions, rules, and performance audits in what became a continuously adaptive policy model. Accordingly, the *Dogma* project, involving the cities of Copenhagen, Albertslund, Ballerup, Fredericia and Herning, succeeded in that all members achieved the sustainability objectives agreed to in the rules and it gave rise to new networks, like Copenhagen's *Key2Green* environmental network involving the city and private entrepreneurs. Accordingly, *Dogma* became an inspiration for policy makers, firms and stakeholders supportive of the need for lower-tier swift action to act resiliently in the face of the climate change 'shock' through evolving City Climate Change Strategy. This is something often neglected in the 'strategic niche management' literature on how public procurement can enable 'green markets' to evolve for clean technologies (Geels, 2006).

Hence we see all our cluster factors coming together to explain the 'emergence' of a new (from the 1970s) green cluster that subsequently mutated into a green innovative platform or regional innovation system. We observed 'related variety' among distinctive engineering skills, technologies and activities, notably around municipal district heating scheme procurement, with associated lateral absorptive capacity of a high order. In particular we observed path inter-dependence as agricultural and marine engineering capabilities spawned wind turbine design and construction competences. Accordingly these and the related innovation platform industries in the region constitute the 'strange attractors' drawing industry into the 'basin of attraction' marked 'cleantech engineering'. We can further observe elements of 'preadaptation' in the innovation moves taken from cooling to wind turbine engineering, which also proved superior (evolutionary process of 'selection') to its US competitors. But moving into flexible renewable energy design and engineering was an exploration of the 'adjacent possible' since no-one else did this and work continues to perfect renewable fuel transition phase control systems. Cleantech cluster emergence thus ensued from the different design and engineering 'modules' that acted as a self-organized (unplanned) system, which came to form a broader combined heat and power energy platform in the north and central Jutland regions of Denmark.

6.3.2 Sweden's Regional Climate Change Strategies

Swedish innovation agencies like the former NUTEK (now TVV) and VINNOVA promoted cluster strategies in the 2000s. Approximately twenty such

initiatives have been funded overall. In what follows, we will anatomise three regional cases. The first is in northern Sweden's Norrland region at the port of Örnsköldsvik, the second in the southern region of Skåne and the third in Västra Götaland, the Gothenburg region. The Processum biorefinery is the heart of the first cluster, having its origins as a sulphite mill built in the 1940s to produce alternative fuels because of wartime petroleum scarcity. Over the years it evolved into a pulp and paper plant which, typically, produced enormous and polluting waste. Nevertheless this waste has proved to have enormous value from the application of 'industrial ecology' management which reincarnates the waste as useable products. These range from biofuels, used to power the cluster's renewable energy power plant, industrial chemicals, paint (Akzo-Nobel) construction materials, road surfacing material and organic cotton. As can be seen from Fig. 3 this is a highly defined and geographically circumscribed cluster. Such has been the attraction for global markets of Örnsköldsvik's organic cotton during the era of 'peak cotton' in the 2000s that the old sulphite plant was in 2011 purchased for €500 million by the Indian textile company Bharat. The factory, Domsjö Fabriker AB, nowadays operates as a subsidiary of Thai Rayon Public Co. Ltd. and PT Indo-Bharat Rayon.

Figure 3. Örnsköldsvik Biorefinery Cluster, Norrland Region, Sweden

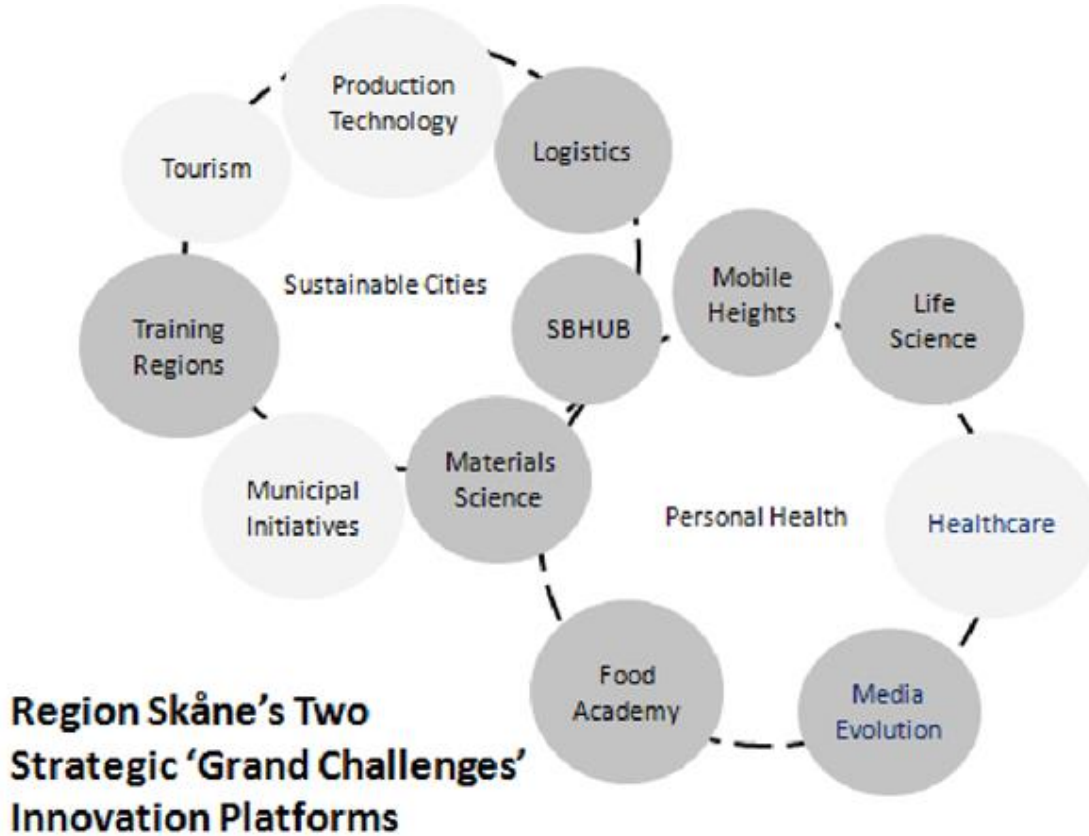


Source: Processum

This shows even more clearly how a narrow path dependence, initially on sulphite production from timber and later on pulp and paper, was transformed into multiple pathways by the 'reframing' of the core plant's core function with the emergence of the 'cleantech paradigm'. Path inter-dependence connecting strange attractors like biofuel, paint and cotton production are indicative of the power of related variety and high cross-sector absorptive capacity to create a high proximity, high value-added innovation platform in a remote location. Most of the new industries were

enabled by research into the ‘adjacent possible’ of how to utilise varieties of waste ‘black liquor’ from pulp and paper production. This could never have been predicted in the pre-cleantech era but analysis of the various fir tree genomes over the years revealed that there were manifold opportunities for valuable economic activity once the cleantech perspective evolved after the 1990s.

Figure 4. Clusters as Elements of Modular Policy Emergence



N.B. Darker circles represent active modules, lighter circles are potential modules

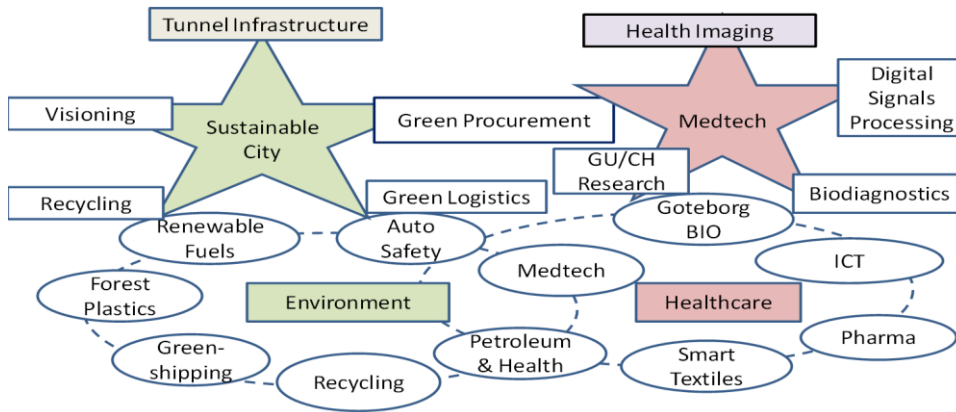
Source: Centre for Advanced Studies, Cardiff University

Our second case focuses upon an emergent cluster in Region Skåne that contributes in modular form to a pioneering policy ‘emergence’ process comparable to that described earlier for sugar. Skåne’s eighty firm Sustainable Business Hub has expertise in water management, purification and recycling. Others contribute to the platform with expertise in waste treatment, including firms that produce organic fertilizer from waste and others that have designed pipeline transportation of fertilizer to networks of farms, thus further reducing CO2 emissions. There are also firms involved in green packaging (Tetrapak), green visualisation (multimedia simulation for training), disaster management (‘Training Regions’ cluster) and green construction, including Sweco, a global architectural and engineering practice that designs eco-cities, mainly for the Chinese market. The elements of modularity and emergence are demonstrated in Fig. 4 which shows a stylised version of how related and apparently unrelated variety in a region’s clusters may be recombined into two ‘innovative platforms’, one dealing with Personalised Healthcare (i.e. healthcare in the home rather than the hospital) and the other emphasising The Sustainable City. The stylisation combines capabilities actually present in Skåne’s and Västra Götaland’s regional innovation strategies (see also Fig. 5).

Skåne's real time strategy builds on waste and water treatment capabilities combined with the design of more sustainable city living as encompassed in Sweco's expertise. The facilitation for this is provided by the Skåne Regional Development Agency (for further detail, see Cooke, 2012a). The 'emergence' dimension is completed by the Skåne region's accompaniment of Västra Götaland and other Swedish regional expertise in sustainability as modules in the Swedish national innovation strategy, part of which is driven by the 'Grand Challenge' of mitigating climate change. This, finally, contributes to the equivalent Grand Challenge goal for the European Union and, through the UN, the world. Clusters, and the Sustainable Business Hub, in particular, act as modules in a process of multi-scalar 'policy emergence'. Naturally, related variety and lateral absorptive capacity are designed into this modular approach to policy which utilises clusters for greater purposes. Path inter-dependence by stimulation of 'strange attractors' to induce innovation is also clearly evident in the two platforms. Finally, the multi-scalar nature of 'emergence' is also captured in Fig. 4.

The characteristic sustainability approach taken in Västra Götaland region centred upon Gothenburg is also to be innovative but nested in the MLP initiatives of the EU (e.g. *Europe 2020*, 'Innovation Union, and the 'Grand Challenges, such as climate change), Swedish National Strategies and in relation to municipal and local policies. Accordingly, in 2010 the strategic decision was taken to concentrate initially on meeting the Grand Challenges of Climate Change and Healthcare, the first not least because the region had been one of the first in the world to publish in 2003 a Climate Change response strategy report '*Gothenburg 2005*' involving policies for 'Smart Energy.' This later evolved into the strategic Climate Change target of Region Västra Götaland being totally Fossil Fuel Free by 2030. This swift and innovative approach became known as the 'Gothenburg Model of the Lisbon Strategy'. However, having got the regional position on that Grand Challenge worked out well in advance gave scope for the new environmental strategy to be down-to-earth and practical. This means focusing on 'iconic projects' that are committed to innovation, learning and collaborative platform management processes in what are considered 'project laboratories'. In this, different modules contribute to a complementary strategy to that pursued in Skåne and elsewhere. Moreover, the 'Healthcare' emphasis is less on a decentralised service and more on technology. Hence this region's Climate Change Grand Challenge involves translating it into a 'Sustainable Cities' initiative triggered by an actual infrastructure commitment to a new tunnel. This brings together numerous regional clusters involved in renewable automotive fuels, forest plastics and petroleum and health (Fig. 5).

Figure 5. Västra Götaland’s ‘Iconic Projects’ Approach



Source: Centre for Advanced Studies, Cardiff University

At a more detailed level this assembles pilot projects mixing expertise in cluster firm capabilities in logistics, public transport, visioning (computer graphics and imaging) and green accounting. It links to academia at Chalmers University and firms like *Asta AB*. A comparable ‘Iconic Project’ approach is being taken in healthcare. In Västra Götaland, Grand Challenges like ‘Sustainable Cities’ are presumed to be both good for regional sustainability and to constitute important future markets. As noted, hierarchy of strategic levels from Europe 2020, Innovation Union, Smart Specialisation, Swedish National Strategy and regional cluster-platforms informs strategic thinking. However smart specialisation is found unsatisfactory for its over-centralised control emphasis which is seen as likely to hamper competition. Using regional clusters as policy modules for eco-innovation in the manner that Göteborg BIO interacts with Smart Textiles over biotextiles or with the Processum biorefinery over cotton substitute inputs is emphasised as part of the region’s post-cluster approach to innovation management. The collaboration around ‘Sustainable Green Transport’ is used to bring together expertise from the auto cluster, renewable fuels, and ‘green shipping’ in a similar manner. Hence, like Skåne, Västra Götaland takes a ‘modular systems’ approach to policy formulation and implementation because of its development of a wide variety of clusters ready for integration as platforms. These are rapidly re-focused on specific Grand Challenge projects and early adoption of Grand Challenge thinking. This has taken the form of ‘Green Regional Strategies’ since the first in 2005 (VG Green Strategy), followed by ‘Smart Energy’ (2008) whose vision was heavily to reduce the region's dependence on fossil fuels and to secure a sustainable energy supply by 2030. This is now embodied in the policy ‘Fossil Fuel Free Region by 2030’. Contributing to that aim is Gothenburg’s integrated waste system that has collected, sorted and burnt 345,000 tonnes of rubbish annually. Compared to an oil-based energy strategy waste-to-energy production saved the city an estimated 205,060 tonnes of CO₂ even in 2006. Hence, this Swedish region, which like Skåne, has special status in the Swedish regional set-up, also plays a lead role in supporting eco-innovation while fitting in with the broader framework of EU and national eco-innovation policy, sometimes also influencing it.

6.3.3 California's Sustainable Development Policies: from Vehicle Emissions to Climate Change

It may be argued that California's 'sustainable development' policy has gone through three mutations as it has evolved over time. First (1945-1969) was the shock of understanding that the interaction of vehicle emissions with sunlight generated the toxic atmospheric pollution condition popularly known as smog, and responses to it. However, by the 1970s as policy continued to reveal concern with vehicular emissions it also showed an increasing concern about energy efficiency and early fears consequent upon the discovery of the existence of greenhouse gases (GHGs) and the first anxieties about the newly-minted concept of 'global warming'. Numerous anchor agencies, like the Air Resources Board for monitoring and regulating pollution, were set up in this era and a lead role given to the California Energy Commission. The second era (1990-1999) showed policy perturbations based on more widespread concern about clean air standards being translated into a firmer grip on the quest to move beyond the exploitation of fossil fuels and the incentivisation of moves towards discovery and utilisation of renewable fuels. At this point, so much was there a symbiosis between California's early concerns with environmental pollution and the later realisation of the extent of the problem over much of the urbanised US that the basis of the federal Clean Air Acts was California's 1988 Clean Air Act. The third era (2000-2010) displayed a growing emphasis upon measures intended to contribute to the mitigation of climate change involving targeted GHG emissions reduction measures, experimentation with hydrogen and fuel cells both static and in vehicles and a policy for cap-and-trade carbon reduction strategy. All in all, given California's massive motorisation culture, it would be misleading to say that mobility pollution occupied a low agenda position, rather that it was joined by wider concerns regarding energy, construction and potential infrastructure systems failure occasioned by climate change. In general, California has been ahead of much of the rest of the US in these concerns and its strategies have often preceded and seldom clashed with those adopted at the federal level.

Figure 6. Industry Mutation in Silicon Valley, 2008

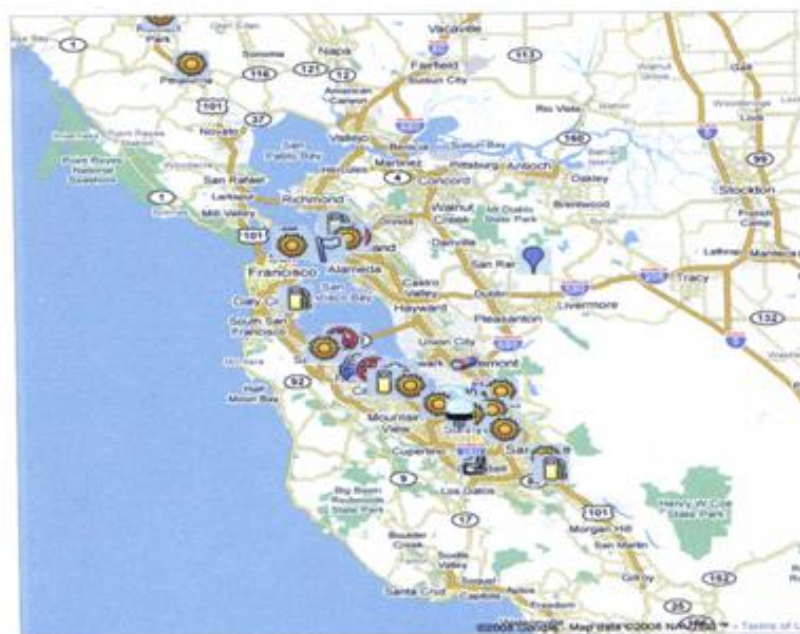
25 Who Ditched Infotech for Cleantech 2008

Big VC* & founders from ICT enter energy and cleantech markets

- [Shai Agassi](#) (SAP), Founder, CEO Project Better Place, Palo Alto, SV
- [Vinod Khosla](#), Founder Khosla Ventures
- [Bob Metcalfe](#) Partner, Polaris Venture Partners, CEO GreenFuel (Camb.MA)
- [John Doerr](#), Partner KPCB*
- [Sunil Paul](#), Seed investor, early stage cleantech, Nanosolar, Oorja.
- [Elon Musk](#), Chairman, Tesla, Chairman, CEO SolarCity
- [Steve Jurvetson](#), Partner, Draper Fisher Jurvetson*
- [Bill Gross](#), Founder Idealab
- [Ray Lane](#), Partner, KPCB*
- [Steve Westly](#), Founder The Westly Group.
- [Dan Whaley](#), Founder, CEO Climos.
- [David Cope](#), CEO of PurFresh.
- [Al Gore](#), founder, Generation Investment, Partner KPCB*
- [Martin Eberhard](#), Founder, former CEO Tesla.
- [Martin Roscheisen](#), Founder, CEO Nanosolar.
- [Martin Tobias](#), Former CEO Imperium Renewables.
- [Manny Hernandez](#), CFO SunPower.
- [Jonathan Gay](#), CEO of GreenBox
- [Jeff Skoll](#), Founder Skoll Foundation, investor in Tesla, Nanosolar.
- [Mitch Mandich](#), CEO Range Fuels.
- [Bill Joy](#), Partner, KPCB*
- [Larry Gross](#), CEO of Edeniq.
- [Bruce Sohn](#), President First Solar.
- [David Kaplan](#), Founder V2Green.
- [Raj Aturu](#), Partner, Draper, Fisher, Jurvetson*

Source: earth2tech

One of the most interesting examples worldwide of cluster formation by entrepreneurial mutation out of a previous industrial involvement into cleantech occurred in the late 2000s in California. The move was likely to have been stimulated by the Bush administration's Energy Independence & Security Act of 2007 which was the result of the policy actively to promote energy efficiency in the automotive industry, household appliance and lighting industry and to stimulate green jobs growth. Taxpayer funding would also be used to increase biofuel production and R&D in solar, geothermal, marine and hydrokinetic technology. This Act clearly focused more on renewable energy than the 2005 policy which it superseded. At any rate, shortly afterwards there was a rush, testified to in Fig. 6 of Silicon Valley entrepreneurs and venture capitalists into cleantech.

Figure 7. California Cleantech Cluster Emergence

Note: sun sign — solar; pump — biofuels (including algae); flag — wind; wheel — EV

Source: earth2tech

This resulted in new cluster formation (Fig. 7) among firms who often shared venture capitalists, advisory board members and former career histories. One of the most celebrated was Israeli Shai Agassi, who set up Project Better Place, which actively supplies mainly Renault electric vehicles in schemes across the world, including Israel. These and other mainly renewable energy or electric vehicle (EV) firms found locations in familiar territory, around San Francisco Bay and south-east into Silicon Valley. In evolutionary economic geography terms this is a candidate case for system self-organization through market processes of investment of retained profits, venture capital and its requirements that generally investees should locate within an hour's drive of Sand Hill Road, Palo Alto, where most of them are located. It is interesting to see how related variety allows re-use of some pre-existing skills in the new industry and that absorptive capacity was accordingly high. However, further research (Cooke, 2010a) reveals that many firms have oil industry representatives on advisory boards and some from agro-food and chemistry. These would clearly be unlikely advisory board members in ICT companies. Hence we see, as if in laboratory conditions, path interdependence occurring and a new pathway being cleared involving often 'strange attractor' entrepreneurs exploring a 'white space' of the adjacent possible in some instances (e.g. algae for biofuels) but also some well-trodden pathways (e.g. solar power) presumably with 'ahead of the curve' substrate materials from the semiconductor industry. There seem to be few 'preadaptations' except in the Tesla high performance vehicles which are distinguished by their distributed power systems based on hundreds of laptop batteries located throughout the car.

6.4. Policy Lessons

In this inevitably brief section the point is reached where attention needs to be paid to the role, if any, played by policy in cleantech cluster emergence. We can make two key points and some subsidiaries on this. First, in a few cases policy has been responsible for regional business perceiving it for the first time to be worthwhile considering itself as part of a potential or actual cluster. What benefits accrue to firms that actively comply with the new designation of cluster member? Three are immediately obvious and operate openly in the Swedish ‘co-ordinated market’ model. The first is to have the opportunity of meeting new members in their own market segment, or more importantly, different but related market segments to exploit the known innovation and development potential from recombinant knowledge across industry interfaces. This also includes the prospect of forming relationships with larger customer firms seeking to strengthen innovation networks and supply chains.

Second, cluster initiatives in Sweden, at least, where the embryonic Sustainable Business Hub and Training Regions clusters for sure were induced by the region’s policy of ‘transversality’ were induced by the offer of incentives. Transversality occurs where clusters are seen as modules to be integrated with different clusters to generate innovations and meet higher goals. The incentives take the form of medium-term innovation projects involving teams displaying ‘difference but compatibility’. Hence ‘green packaging’ brings together food companies (in fact organic food firms) who cannot be affordably serviced by the likes of Tetrapak but who seek a packaged branding that shows they are organic and act sustainably. A more technical project relates to milk packaging, which requires perfect sealing from its ‘bioplastic’ (starch-based) packaging. This, in turn, requires nanotechnology expertise from the new materials cluster, for example. As well as the subsidised cluster management team, innovation projects on such subjects for cluster firms are routinely available in the Swedish clusters.

However, not all of those mentioned had no existence before the cluster programme. The Processum biorefinery preceded its recognition and qualification for cluster status, as did many of the Skåne clusters, notably the Food Academy and Medicon Valley Life Sciences. In Denmark the north and central Jutland platform ‘emerged’ from social protest against nuclear power and associated research, a 1960s ‘counter culture’ that rejected top-down managed solutions and industrial policy leadership. Similarly, California’s cleantech cluster emerged in a ‘self-organized’ way but was boosted by state (Schwarzenegger as ‘green governor’) and federal (Bush Energy Act of 2007) incentives and subsidies for green energy. Thus the more liberal market regime, to which Denmark is closer in market terms despite retaining a Scandinavian ‘co-ordinated’ kind of welfare model—hence a hybrid system—seems to ‘let sustainable flowers bloom’ then interact to create slightly more favourable conditions. Paradoxically, governance skills mean simultaneously seeking not to overtly undermine the carbon lock-in regime as described by Unruh (2000). Co-ordinated market Sweden both intervenes occasionally clumsily at national level, as with misdirected subsidies for wind turbines and more recently a misdirected carbon tax, but also deftly when initiative is regionally decentralised. In decentralising, it backed rather than picked for the most part cluster winners, required to show beforehand they were co-operative, organized and innovative. The final thing cluster members receive as an incentive in clusters, including cleantech clusters in coherent programmes, is access to other clusters in different as well as similar industries. Accordingly there is a spreading

of good practice knowledge of technological and developmental business paradigms elsewhere, including abroad, and experience of what in support terms may work in one place or industry while being unknown elsewhere. Such advantages would not come easily through market engagement alone.

A second policy lesson is that in the best cases it is a product of a political process in which learning occurs on both the upper and lower levels of the multi-scalar system. The most striking instance of that was the effect of Västra Götaland having lengthy experience of regional green strategy implementation. In the EU, few member-states, let alone regions had even thought of this in the early 2000s and in embarrassment at the neoliberal slant of its knowledge economy obsession it allowed the 'Gothenburg Model of the Lisbon Strategy' to be written into its protocols. California was long used to its state anti-pollution policies being templates for later federal regulations as embodied in various Clean Air Acts. In Denmark active 'concertation' between industry associations and Ministries has produced generations of useful regulation and incentive, especially with activist business leadership from the likes of Grundfos who got EU environmental standards introduced in the pump industry almost singlehandedly (Cooke, 2010b). Nevertheless on occasions such supports were removed, possibly injudiciously, by right coalition governments as in 2000 when the relatively protected wind turbine industry lost its subsidy overnight. This nearly killed it outright, yet in forcing it to look beyond Denmark for export markets, notably in the US, the industry proved resilient.

6.5. Conclusions and Recommendations

In this paper, a number of objectives have been achieved. Importantly, in the first instance, a relatively newly-minted theory of cluster emergence was advanced based in a perspective that combines evolutionary and complexity thinking to produce a new synthesis (for further detail, see Cooke, 2012a & b). In the resulting evolutionary complexity theory (ECT) frame, the analytical stress is upon the interactions among industries, clusters and firms that give greater potential for innovation and growth than those within them. This is because innovation is at the heart of growth and development and innovation derives from the recombination of different knowledges that are of relevance to the incumbents engaging in the interaction. These incumbent firms, clusters and industries have, in economic geography terms, path dependencies by which they evolved over time. In regions with few incumbent industries such path dependences remain circumscribed because there is no-one in geographic proximity with whom to interact for knowledge exchange on a regular face-to-face basis. Electronic interchange helps but it is a limited means of generating new knowledge from the recombination of existing knowledges from different sources. That is why, despite the Internet, meetings continue to thrive and seemingly grow in number exponentially. Where, by contrast, many incumbents co-exist, the opportunity for knowledge exchange, exploration and exploitation in a region becomes great. Hence, instead of the stable equilibrium of the one cluster region the region grows in potential for knowledge interchange and cluster mutation can be one desirable result.

In the empirical parts of the paper, the ECT methodology, with its emphasis upon path dependence, path inter-dependence, related variety, lateral absorptive capacity, strange attractors and platforms was tested out in three accomplished cleantech cluster settings in Scandinavia and California. The basic ECT propositions that clustering 'emerges' through 'strange attractors' meeting at path inter-dependent crossroads, which subsequently mutate into cluster-platforms of related variety industry

was found to be a common feature of regional innovation and development. One interesting feature of the case material is that while all were what are known as leading ‘transition regions’ they operated in different politico-economic ‘regimes’ both nationally and regionally. Thus California is economically liberal, possibly more so than the US in general, measured by its low local taxation regimes, inclination to municipal bankruptcy (Orange County in the past, Vallejo today; Lewis, 2011) and somewhat counter-cultural stance in the manner typified by Steve Jobs and Apple with its mantra of constant novelty informed by the conjunction of technology and humanities in its design ethos (Isaacson, 2011). Sweden is a more ‘co-ordinated market’ space where, nevertheless on cleantech, lessons have been learned. Top-down leadership of co-ordination was found counter-productive in the past and gradually some regions have been given special status to design cleantech cluster strategies of their own. Such ground-up ‘self-organization’ has paid off handsomely and green regional strategy has influenced not only the national but EU green governance agenda. Denmark is somewhere in between, with a liberal economy and a strong welfare state. The cleantech system self-governs here through a mixture of counter-culture comparable to California, entrepreneurship and judicious communication between industry associations and government to refine support frameworks for cleantech. The unusual level of 60% of energy being locally and renewably generated is a case in point and one that transformed the national energy landscape. Public procurement is often innovative as the *Dogma* project showed. In every case studied, cleantech clusters emerged from something else and combined capabilities from diverse industries—from agro-engineering to wind turbines, from pulp and paper to organic cotton, and algae biofuels from ICT and biotechnology.

References

- Cooke, P. (2008): “Cleantech and an analysis of the platform nature of life sciences: further reflections upon platform policies”, *European Planning Studies*, 16, pp. 357-393.
- Cooke, P. (2010a): “Socio-technical transitions and varieties of capitalism: green regional innovation and distinctive market niches”, *Journal of the Knowledge Economy*, 1, pp. 239-267.
- Cooke, P. (2010b): “Regional innovation systems: development opportunities from the ‘green turn’”, *Technology Analysis and Strategic Management*, 22, pp. 831-844.
- Cooke, P. (2012a) *Complex Adaptive Innovation Systems: Relatedness & Transversality in the Evolving Region*, London: Routledge.
- Cooke, P. (ed.) (2012b) *Reframing Regional Development: Evolution, Innovation & Transition*, London: Routledge.
- Desfor, G.; Keil, R. (2007): *Nature & the City, Tucson*, University of Arizona Press.
- Fornahl, D; Hassink, R; Klaerding, C.; Mossig (2010): “New path creation in regional economies: the case of the wind energy industry in northern Germany”, *International Research Workshop: ‘New Path Creation’*. Oxford: Trinity College, 5-7 September.
- Gawer, A. (ed.) (2009): *Platforms, Markets & Innovation*, Cheltenham: Edward Elgar.

- Geels, F. (2006): “Co-evolutionary and multi-level dynamics in transitions: the transformation of aviation systems and the shift from propeller to turbojet (1930-1970)”, *Technovation*, 26, pp. 999-1016.
- Hervas-Oliver, J.; Boix, R. (2011): “The role of external linkages in inter-cluster networks: global value chain reconfiguration and its impact on innovation”, *Workshop on Clusters in Global Value Chains & Production Networks: What is the Role of Innovation Systems?*, San Sebastian: Orkestra, Basque Institute of Competitiveness, University of Deusto, 20-21 October.
- Immelt, J.; Govindarajan, V.; Trimble, C. (2009): “How GE is disrupting itself”, *Harvard Business Review*, 85, pp. 56-65.
- Isaacson, W. (2011): *Steve Jobs*, London: Little Brown.
- Jensen, J.; Tollin, N. (2004): “Networks as tools for sustainable urban development”, *Innovation, Sustainability & Policy international conference*, Munich, 23-25 May.
- Johnson, A.; Jacobsson, S. (2003): “The emergence of a growth industry: a comparative analysis of the German, Dutch and Swedish wind turbine industries”, in S. Metcalfe & U. Cantner (eds.) (2003): *Change, Transformation & Development*, Heidelberg: Physica-Verlag.
- Jürgens, U.; Blocker, A. (2010): “Knowledge processes and networks in the automotive sector”, in P. Cooke; C. De Laurentis; S. MacNeill & C. Collinge (eds.) *Platforms of Innovation*, Cheltenham: Edward Elgar.
- Kauffman, S. (2008): *Reinventing the Sacred*, New York: Basic Books.
- Lewis, M. (2011): *Boomerang: the Meltdown Tour*, London: Allen Lane.
- Nystrom, G.; Razaq, A.; Strømme, M.; Nyholm, L.; Mihranya, A. (2009): “Ultrafast, all-polymer, paper-based batteries”, *Nano Letters*, 9, pp. 3635-3639.
- Prahalad, C. (2005): *The Fortune at the Bottom of the Pyramid: Eradicating Poverty through Profits*, London: Pearson.
- Unruh, G. (2000): “Understanding carbon lock-in”, *Energy Policy*, 28, pp. 817-830.
- Vrba, E.; Gould, S. (1982): “Exaptation - a missing term in the science of form”, *Paleobiology*, 8, pp. 4-15.



UNIÓN EUROPEA

FONDO EUROPEO DE
DESENVOLVEMENTO
REXIONAL
"Unha maneira de facer Europa"

