

**INSTRUMENTOS DE APOIO  
Á INTERNACIONALIZACIÓN  
DO SECTOR AEROESPACIAL.  
ESTUDO COMPARADO  
DOS PAÍSES LÍDERES E  
PROPOSTAS DE INNOVACIÓN  
NESTES INSTRUMENTOS**



**CAG**

GALICIAN  
AERONAUTICAL  
CONSORTIUM

XUNTA DE  
GALICIA

O Observatorio da Industria Aeroespacial finánciase no marco da Civil UAVs Initiative, promovida pola Xunta de Galicia a través da Vicepresidencia Primeira e Consellería de Economía, Industria e Innovación

PROMOTOR  
CONSORCIO AERONÁUTICO GALEGO CAG

EDICIÓN  
CAG® 2023

Este estudo foi realizado polo seguinte equipo investigador:

**Juan Carlos Salazar Elena**  
Depto. de Estructura Económica y Economía del Desarrollo  
Universidad Autónoma de Madrid

ISBN:  
Depósito Legal:

# Instrumentos de apoio á internacionalización do sector aeroespacial. Estudo comparado dos países líderes e propostas de innovación nestes instrumentos



# Índice

<b>Resumo</b>	<b>9</b>
<b>Resumo executivo</b>	<b>10</b>
<b>1. Traxectoria do capital tecnolóxico e capacidades en Galicia</b>	<b>13</b>
1.1. Variedade relacionada e traxectoria industrial	15
1.2. Traxectoria do capital tecnolóxico, humano e empresarial	17
<b>2. Internacionalización do sector aeroespacial en Galicia</b>	<b>25</b>
2.1. Dimensión e evolución do sector aeroespacial galego	27
2.2. Internacionalización do sector aeroespacial galego	31
<b>3. Deica a internacionalización da industria aeroespacial en Galicia</b>	<b>39</b>
3.1. Retos da industria aeroespacial	41
3.2. A política do sector aeroespacial en Galicia	42
3.3. A experiencia internacional	45
<b>4. Conclusións</b>	<b>51</b>
<b>Referencias bibliográficas</b>	<b>55</b>



# Resumo









## Resumo

O obxectivo deste informe é describir a situación actual da internacionalización do sector aeroespacial galego, e valorar o seu potencial de crecemento e internacionalización á luz das leccións aprendidas a nivel global sobre a conformación e desenvolvemento de polos aeroespaciais. Para tal fin, descríbese a traxectoria recente da industria galega, coa finalidade de valorar o estado actual das súas capacidades humanas e tecnolóxicas. En segundo lugar, realízase unha análise detallada da evolución do sector aeroespacial galego no ámbito internacional. E, finalmente, discútese a pertinencia das opcións recentes de política rexional de innovación á vista das mellores prácticas sobre o desenvolvemento do sector aeroespacial detectadas na investigación científica. Os resultados

da investigación mostran que a traxectoria recente de internacionalización do sector aeroespacial galego é esperanzadora, a opción de política das autoridades galegas parece consistente coas capacidades da industria local e cos restos de futuro do sector aeronáutico, e o deseño dos seus instrumentos de política está en sintonía coas boas prácticas aprendidas da experiencia internacional. No entanto, os desafíos na transición cara a un polo de desenvolvemento relevante a nivel internacional non son menores debido a diversos motivos, entre os que destacan o seu aínda reducido volume de actividade e as súas escasas conexións nacionais e internacionais en ámbitos relevantes para os obxectivos da súa política rexional de innovación..

## Resumo executivo

Galicia é un excelente exemplo de como a traxectoria industrial local pode ser reconducida cara a actividades máis intensivas no uso da tecnoloxía e o coñecemento, valéndose das capacidades e capital tecnolóxico existentes. Da mesma forma en que un conxunto de accións decididas logrou nos anos cincuenta reconducir a súa traxectoria industrial cara á industria automotriz, recentemente o goberno galego decidiu impulsar unha nova reconversión industrial cara ao sector aeroespacial.

Por suposto, do mesmo xeito que naquela transformación de mediados de século, Galicia non parte de cero neste esforzo de transición tecnolóxica. A súa traxectoria industrial recente xerou habilidades produtivas en actividades de media-alta tecnoloxía, especialmente relacionadas coa industria aeroespacial, e tamén unha especialización relativa na formación de enxeñeiros altamente cualificados. Esta mesma traxectoria tamén tivo un efecto importante na creación de empresas en sectores intimamente relacionados co sector aeroespacial, como son a programación e consultoría informática, a fabricación de equipos informáticos (sobre todo a fabricación de instrumentos medida, verificación e navegación) e os servizos técnicos de enxeñaría.

Con estas capacidades humanas e capital tecnolóxico, Galicia comezou unha importante transformación no sector aeroespacial que inclúe tamén cambios importantes no seu proceso de internacionalización. Aínda que actualmente a rexión non se encontra dentro das comunidades con maior cota de exportación no sector (opacada polo sorprendente volume de exportacións ao redor da actividade de Andalucía e Madrid), é sen dúbida a rexión máis dinámica nesta área. Entre os períodos 2013-2017 e 2018-2022, as súas exportacións case se cuadruplicaron, pasando de 14 a 54 millóns de euros. Só Asturias e Murcia creceron a un ritmo máis acelerado, aínda que cun volume de comercio substancialmente menor. Neste sentido, é destacábel o papel de Galicia mostrándose como unha das rexións máis dinámicas desde o punto de vista da competitividade, nun sector intensivo no uso de tecnoloxía e coñecemento, e nun dos países máis dinámicos e con maior volume dentro do sector a nivel mundial.

No período recente, Galicia diversificou as súas exportacións pasando dunha especialización concentrada en partes de aeronaves, a colocar no mercado internacional un volume significativo de produtos como avións de máis de 15 toneladas e helicópteros. Desde o punto de vista da singularidade das capacidades galegas no

sector aeronáutico, destacan de maneira importante as exportacións de helicópteros pequenos (menos de dúas toneladas), concentrando case o 10% das exportacións nacionais destes produtos. Este incremento levoulle do noveno ao terceiro posto en exportacións de helicópteros pequenos entre as rexións españolas entre os períodos 2013-2017 e 2018-2022, só detrás de Cataluña e a Comunidade Valenciana.

No deseño dunha política de innovación cara ás tecnoloxías de vangarda, é fundamental sondar que camiños alternativos ofrece o futuro e saber cal deles será máis fácil percorrer co coñecemento e experiencia actuais. A opción de política de innovación do goberno galego, relativa ao desenvolvemento tecnolóxico no ámbito dos drons (co Civil UAVs Initiative (CUI) como buque insignia), encádrase nun dos desafíos de futuro do sector identificados tanto polos expertos, como polas orientacións de política nacional e europea. Porén, esta opción de política non é o único deses desafíos de futuro do sector. Outros desafíos poderían ser os que guían a transición tecnolóxica da rexión como, por exemplo, os novos materiais, a impresión 3D, a automatización e dixitalización do proceso produtivo, a transición verde etc.

Neste sentido, a opción de política do goberno rexional decántase por impulsar especificamente o desenvolvemento tecnolóxico. As súas iniciativas favorecen o impulso de actividades de servizos intensivos no uso de coñecemento, e a fabricación de aeronaves pequenas e as súas partes (dada a natureza "civil" do proxecto). Isto sen dúbida representa un desafío para a industria local aeroespacial galega especialmente involucrada na cadea de fornecemento da fabricación de grandes aeronaves.

A pesar deste potencial desafío, a nosa análise mostra que a opción de política asociada ao desenvolvemento de sistemas aéreos non tripulados (UAS) é consistente coas capacidades locais e os obxectivos das grandes compañías multinacionais do sector. Por unha banda, a industria aeroespacial mostra unha gran dependencia cara aos servizos intensivos no uso de coñecemento. Á marxe do interese que poden ter as grandes multinacionais no desenvolvemento de drons para uso civil, é crecente a súa atención cara ao desenvolvemento de sistemas para voo autónomo, sistemas para a integración dos drons coas demais aeronaves no espazo aéreo (U-space), conectividade intelixente, interoperabilidade dixital, entre outras tecnoloxías relevantes na iniciativa do polo aeroespacial galego. Por outro lado, a evolución da especialización de Galicia en ám-

bitos como a programación e consultoría informática, os servizos técnicos de enxeñaría ou a fabricación de equipos informáticos é consistente con estes obxectivos. Proba diso é a estrutura da comunidade aeroespacial galega, na que máis da metade das empresas que a conforman se concentran en actividades de servizos intensivos no uso de coñecemento.

Desde o punto de vista das leccións aprendidas da industria a nivel global, podemos dicir que existe unha importante intersección entre as iniciativas do goberno galego e as boas prácticas do sector aeroespacial a nivel global. Unha primeira lección da experiencia das agrupacións industriais líderes a nivel mundial é a incorporación de empresas grandes (por exemplo, multinacionais) que actúen como "ancora" do proceso de creación do polo de desenvolvemento. Para sectores nos que a organización industrial se basea en procesos produtivos separábeis en fases modulares (como é o caso do sector aeroespacial), a existencia de grandes compañías capaces de xestionar a converxencia e a interoperabilidade entre pezas de coñecemento separadas é chave para alcanzar unha posición de liderado nos mercados internacionais. Por outro lado, estas grandes empresas poden estabilizar as actividades das empresas locais ao actuar como grandes compradores. Isto débese a que a experiencia e interacción destas grandes corporacións cos actores locais pode ser fundamental para o desenvolvemento de futuros negocios. Finalmente, estas empresas "ancora" poden tamén xogar un papel importante en aparición e supervivencia de novas empresas tecnolóxicas. Para as novas empresas entrantes, as conexións coas empresas líderes que ocupan un lugar central na cadea de valor son a miúdo a oportunidade de cruzar a ponte entre a I+D e as perspectivas comerciais. É por isto que a participación de grandes empresas que permitan escalar rapidamente os desenvolvementos tecnolóxicos de pequenas empresas locais cobra especial relevancia para a renovación da base tecnolóxica do polo aeronáutico galego.

Este obxectivo de involucrar a empresas "ancora" foi alcanzado inicialmente pola política aeroespacial galega, atraendo a participación de empresas como Airbus, Boeing, Indra, Babcock ou Telespazio.

Outro factor fundamental dentro das leccións internacionais é a masa crítica de universidades, centros de investigación e centros tecnolóxicos coa finalidade de xerar sinerxías e oportunidades de cooperación orientadas á xeración de I+D, e a facilitar a aprendizaxe e o fluxo de coñecemento entre os seus membros. Neste punto, Galicia é un referente relevante a nivel nacional. Os centros tecnolóxicos están a ter un papel crecente no sistema galego de innovación. Dentro da CUI participan centros tecnolóxicos como AIMEN,

GRADIANT, o Instituto Tecnolóxico de Galicia (ITG), o Instituto Tecnolóxico de Matemática Industrial (ITMATI), ou o Centro Tecnolóxico de Automoción de Galicia (CTAG), entre outros. Por suposto, as universidades galegas tamén gozan dun amplo prestixio a nivel nacional e internacional, e algunhas delas participan tamén na CUI a través de centros como o Centro Singular de Investigación en Tecnoloxías Intelixentes (CI-TIUS), ou o Laboratorio do Territorio (LaboraTe), ambos da Universidade de Santiago de Compostela. Por outro lado, as universidades galegas tamén contan con programas relacionados co sector como o Mestrado en Operacións e Enxeñaría de Sistemas Aéreos non tripulados (Universidades de Vigo e Santiago de Compostela), o Grao de Enxeñaría Aeroespacial (Universidade de Vigo), ou o Ciclo Superior de Mantemento Aeromecánico (Centro Público Integrado de Formación Profesional As Mercedes).

No entanto, un dos desafíos de futuro é incorporar de maneira máis decidida a estes equipos de investigación (centros tecnolóxicos e universidades) a proxectos de vangarda en sectores afíns ao desenvolvemento de UAS. Este esforzo tamén redundaría na internacionalización do sector, atraendo talento local a proxectos de relevancia global. Un exemplo interesante dentro de Galicia é a participación do ITG no proxecto DOMUS (Demonstration of multiple U-Space suppliers). Algúns exemplos noutras rexións son a participación do Institut de Robòtica i Informàtica industrial e a Universidade de Sevilla no proxecto GAUSS (U-Space). Esta última tamén se incorporou ao proxecto SAFE-DRONE, liderado por Indra.

Finalmente, é fundamental ampliar os horizontes do polo de desenvolvemento, tanto a nivel nacional como internacional. Neste sentido, o goberno de Galicia, a través da Axencia Galega de Innovación (GAIN) promoveu diversas iniciativas. Unha delas é a denominada UAS Nation que, entre outros obxectivos, apunta unha maior coordinación entre rexións en España para a compra pública de solucións relacionadas cos drons (subscrita por 8 comunidades autónomas). Outra é a participación de Galicia no Foro Iberoamericano de Compra Pública de innovación (CPI) e Innovación Aberta organizado polo Banco Interamericano de Desenvolvemento (BID). Este foro non está especialmente ligado ao sector aeroespacial, pero Galicia tomou un papel protagonista como rexión pioneira na implantación da Compra Pública Innovadora en España. Sen dúbida, esta posición podería darlle un lugar privilexiado na solución de problemas das administracións públicas en América Latina a partir de UAVs. Finalmente, tamén está a incorporación de Galicia na Vanguard Initiative, no marco das plataformas de especialización intelixente europea, que inclúe a 38 rexións industriais europeas. Esta iniciativa tampouco ten o seu foco no

sector aeroespacial. No entanto, o seu obxectivo de encontrar sinerxías para a conformación de proxectos interrexionais pode ser de gran axuda nos obxectivos de procura de mercados e coñecemento para o desenvolvemento do sector aeroespacial galego.

Lamentablemente, estes esforzos de coordinación aínda non deron froitos significativos, pero sería interesante redobrar esforzos en explorar estas vías de colaboración, dados os seus potenciais beneficios para a internacionalización do sector.

En resumo, a traxectoria recente de internacionalización do sector aeroespacial galego é esperanzadora, a opción de política das autoridades galegas parece

consistente coas capacidades da industria local e cos restos de futuro do sector aeronáutico, e o deseño dos seus instrumentos de política está en sintonía coas boas prácticas aprendidas da experiencia internacional. No entanto, os desafíos na transición cara a un polo de desenvolvemento relevante a nivel internacional non son menores debido a diversos motivos, entre os que destacan o seu aínda escaso volume de actividade en comparación co grao de internacionalización doutras rexións de España, e as súas escasas conexións nacionais e internacionais en ámbitos relevantes para o desenvolvemento de tecnoloxías asociadas aos UAVs. Redobrar esforzos nestes ámbitos será chave para manter o curso da transición industrial galega.



# Traxectoria do capital tecnolóxico e capacidades en Galicia





# 1

## Traxectoria do capital tecnolóxico e capacidades en Galicia

A reconversión dunha rexión cara a actividades máis intensivas no uso de coñecemento e tecnoloxía adoita ser vista como unha transformación radical, en comparación co proceso de especialización nas actividades produtivas xa establecidas. Con todo, incluso estes saltos aparentemente radicais non escapan ao principio de continuidade: a natureza non dá saltos. Como xa suxería Joseph Schumpeter, recoñecido por moitos como pai fundador dos estudos de innovación, aínda que a innovación pode ser vista como unha discontinuidade, non é máis que unha recombinación do coñecemento e as capacidades existentes. Nesta sección, estudaremos a traxectoria tecnolóxica de Galicia para contar cun punto de partida, coa finalidade de coñecer cal é a base do seu proceso de cambio cara a estadios tecnoloxicamente máis elevados.

### 1.1. Variedade relacionada e traxectoria industrial

O desafío ao que se enfrenta Galicia no pulo do sector aeroespacial non é menor. Aínda que Galicia logrou activar o seu sector a través dunha decidida política pública, e de iniciativas privadas procedentes de empresas novas ou revigorizadas do sector, o espazo para a mellora no obxectivo de transformarse nun referente nacional e europeo é aínda significativo. Sen dúbida, un dos maiores instrumentos para cometer este desafío, é a eficiente utilización das capacidades que transformaron a Galicia nunha importante rexión industrial. Neste sentido, resulta fundamental coñecer a traxectoria deste desenvolvemento industrial, coa finalidade de comprender mellor a realidade do estado actual da industria galega, para contar cunha base máis informada para o desenvolvemento de estratexias de impulso para o sector. Nesta sección, valerémonos do concepto de "variedade relacionada" para analizar a devandita traxectoria (Frenken, Van Oort & Verburg, 2007; Boschma & Iammarino, 2009).

O concepto de variedade relacionada (Frenken, Van Oort & Verburg, 2007) refírese á diversidade de em-

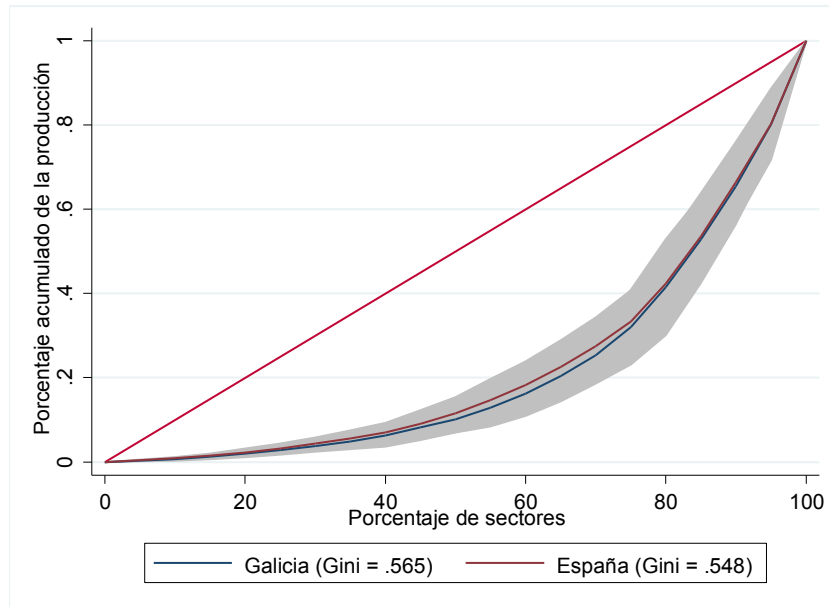
presas e actividades que están relacionadas por unha serie de tecnoloxías, coñecementos e habilidades comúns. Noutras palabras, trátase da diversidade de industrias que están vinculadas polas súas similitudes técnicas e de coñecemento.

A idea de variedade relacionada provén dun vello debate sobre a estratexia de industrialización, que se pregunta se as rexións se benefician máis da especialización ou da diversificación (Glaeser, et al., 1992). No seu traballo pioneiro sobre o desenvolvemento económico, Joseph Schumpeter chamou a atención sobre o papel da recombinación do coñecemento e as capacidades no proceso de innovación. En liña con estas ideas, Jacobs (1969) suxeriu que canto maior é o número de actividades ou sectores económicos existentes nunha economía, maior será a capacidade da devandita economía para crear novos sectores. De feito, nun estudo máis recente, De-Groot, et al. (2016) atopou que a maior parte de estudos analizando este dilema mostran que a diversidade de actividades é máis positiva que a especialización para o crecemento

económico da rexión. Neste sentido, Galicia non parte dunha posición desfavorábel, xa que a diversidade das súas actividades económicas non é substancialmente menor que a de España. A Figura 1, mostra a partir

da curva de Lorenz que a concentración da actividade produtiva en Galicia non é significativamente maior que a de España.<sup>1</sup>

**Figura 1.** Curvas de Lorenz e coeficiente de Gini para a produción en Galicia e España.



Fonte: Elaboración propia con datos do Instituto Nacional de Estadística e Instituto Galego de Estadística (2018).

Non obstante, para Frenken et al. (2007) esta combinación non é só unha cuestión de diversidade. A aparición de novos sectores ou actividades económicas nunha rexión está condicionada pola "relación" que pode existir entre estas capacidades e coñecemento.

Por exemplo, nunha rexión cunha importante industria de tecnoloxía da información, é posíbel que tamén se desenvolvan empresas relacionadas coa produción de software, hardware, dispositivos electrónicos, servizos da internet, entre outros. Estas empresas poden compartir coñecementos e habilidades técnicas, o que pode fomentar a innovación e o crecemento. A variedade relacionada tamén pode atoparse en sectores como a biotecnoloxía, a nanotecnoloxía, a enerxía renovábel, entre outros. En cada un destes casos, a

variedade relacionada pode impulsar a innovación e o crecemento económico ao permitir a transferencia de coñecementos e tecnoloxías entre empresas e industrias próximas.

A industria aeroespacial tamén pode ser considerada como o resultado dos efectos da variedade relacionada. Por exemplo, algunhas industrias que poderían contribuír á súa aparición son: (i) a industria da aviación, a partir da experiencia e os coñecementos adquiridos en aerodinámica, enxeñaría de materiais, electrónica e xestión de operacións aéreas; (ii) a industria militar, polo seu impulso ao desenvolvemento de tecnoloxías avanzadas como os mísiles, os avións de combate e os sistemas de comunicacións e navegación; (iii) o sector da enerxía, que xerou importantes

<sup>1</sup> A curva de Lorenz é un método habitual para medir a concentración económica. Mentres máis preto estea a curva da diagonal principal, menor é a concentración nunhas poucas actividades. A sombra do gráfico mostra os intervalos de confianza das curvas de España e Galicia, respectivamente. A súa superposición indícanos que non existen diferenzas significativas no nivel de concentración da actividade entre España e Galicia. Por tanto, podemos afirmar que a variedade de actividades en Galicia non é significativamente menor que en España.



desenvolvimentos de tecnoloxías relacionadas cos motores, a propulsión e a xeración de enerxía; (iv) a industria electrónica e as telecomunicacións, e que son claves no desenvolvemento de sistemas de control e navegación, sistemas de comunicacións, e tecnoloxías de sensores para a operación e o control de aeronaves e sistemas espaciais; (v) os servizos informáticos, fundamentais para a creación de software de control

e simulación, así como na análise de datos e a visualización de información; (vi) a industria de materiais, para desenvolver materiais avanzados e lixeiros que poidan soportar condicións extremas; (vii) os servizos de investigación e o desenvolvemento, para o deseño de novas tecnoloxías e sistemas para mellorar a eficiencia, seguridade e rendemento de aeronaves; etc.

## 1.2. Traxectoria do capital tecnolóxico, humano e empresarial

Galicia ocupa un lugar moi especial dentro dos casos que explican a relación entre desenvolvemento industrial e "variedade relacionada". E comprender este proceso histórico industrial é fundamental para acometer o seu impulso cara ao futuro. A continuación, desenvolverei moi brevemente esta historia que conta os pequenos saltos sectoriais que deu a industria galega para aterrizar no sector aeroespacial.

Cara a finais do século XIX, diversos factores propiciaron unha transformación económica en Galicia en torno ao chamado complexo marítimo, que favoreceu a transición da tradicional salgadura á conservaduría industrial dos produtos do mar (Alonso, 2010). Esta transformación deu lugar a encadeamentos con outros sectores, dado de requiría de recursos relativamente máis complexos, como maquinaria, aceite refinado, estaño e folla de lata. O pulo destas actividades ao complexo marítimo queda plasmado no crecemento de exportacións de produtos do mar, especialmente a Francia (Carmona Badía, 1985).

O impacto na actividade económica produto da modernización industrial na conserva de peixe xerou diversos acendimentos produtivos con outras actividades fomentando o crecemento de sectores como a pesca de altura, os estaleiros, a metalurxia, serradoiros mecánicos etc.

O crecemento da actividade do complexo marítimo, e o consecuente esgotamento das plataformas costeiras, motivou o desenvolvemento industrial da construción naval ao demandarse embarcacións tecnoloxicamente máis complexas. Isto levaría primeiro ao abandono da vela en favor do vapor e, posteriormente, á incorporación do motor diésel en toda as embarcacións, dando lugar á frota de altura. Desta forma, as embarcacións galegas entrarían de cheo na pesca de altura, faenando en territorios tan afastados como Terranova (Canadá), onde competían coas embarcacións francesas

e inglesas.

Esta floreciente actividade industrial no primeiro cuarto do século XX, tamén permitiu a consolidación da actividade emprendedora e a banca local, especialmente no caso do Banco de Vigo, o Banco da Coruña e o Banco Pastor. Como resultado da aglomeración industrial, destacan tamén neste período os investimentos na xeración de enerxía eléctrica, distribución de auga, transportes aos centros urbanos (especialmente, desde as poboacións veciñas onde residía a man de obra das fábricas de conserva e estaleiros), etc. Tamén o período da guerra civil española tivo un impacto na industrialización da rexión. Por exemplo, as fábricas de envases transformáronse en produtoras de granadas, mentres que os estaleiros encargáronse da produción de bombas, proxectís e elementos blindados (Lozano, 1996). Como consecuencia deste desenvolvemento industrial, en 1940 Galicia chegou a concentrar o 7,16% do PIB español.

A actividade industrial xerou diversas competencias e elos intimamente relacionados coa nacente industria automotriz despois da primeira guerra mundial. Ao crecemento das necesidades de transporte ás zonas industriais, sumáronse diversas actividades anexas á motorización da rexión. Por exemplo, o mantemento e reparación de automóviles demandaba pezas de metal, como carrocería e chasis, do mesmo xeito que experiencia concreta en enxeñaría sobre o funcionamento dos motores. Por tanto, a especialización previa de Galicia en actividades como a fabricación de motores ou produtos metálicos convertérona nun lugar propicio para o sector automotriz.

Por este motivo, non é casual que Galicia fose o berce de Eduardo Barreiros, un dos empresarios máis importantes na historia da industria automotriz española e, de acordo co New York Times (1964) un dos empresarios máis importantes de Europa na súa época. Céle-

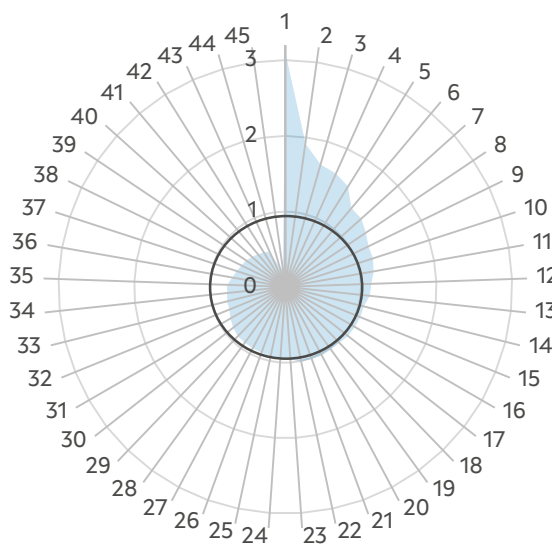
bre pola súa patente para a transformación de motores de gasolina a diésel en 1951, fundou Barreiros Diesel en 1954, unha empresa que se dedicou á fabricación de motores diésel e que posteriormente comezou a producir vehículos comerciais e autobuses. Este importante caldo industrial de cultivo foi sen dúbida fundamental para que un grupo de industriais, liderados por Félix Santamaría, desbancase a Navarra a fi-

nais dos anos cincuenta na candidatura para albergar a fábrica de Citroën en España. O resto, como adoita dicirse, é historia.

A importancia do complexo marítimo na industria galega é innegábel. Na Figura 2, móstrase a especialización relativa de Galicia respecto da produción española.<sup>2</sup>

**Figura 2.** Especialización relativa da produción en Galicia

Ranking de especialización			
1	16 Industria da madeira e do cortiza	23	47 Comercio polo miúdo
2	D Fornezo de enerxía eléctrica, gas, etc. A Agricultura,	24	L Actividades inmobiliarias
3	gandería, silvicultura e pesca	25	31-32 Fabricación de mobles
4	29 Fabricación de vehículos de motor	26	T Actividades dos fogares
5	33 Reparación e instalación de maquinaria e equipo	27	26 Fabricación de produtos informáticos
6	53 Actividades postais e de correos	28	46 Comercio por xunto
7	24 Metalurxia	29	R Actividades artísticas e recreativas
8	27 Fabricación de material e equipo eléctrico	30	K Actividades financeiras e de seguros
9	17 Industria do papel	31	45 Venda e reparación de vehículos de motor
10	10-12 Industrias de alimentación, bebidas e tabaco	32	M Actividades profesionais, científicas e técnicas
11	F Construción	33	23 Fabricación doutros produtos minerais non metálicos
12	61 Telecomunicacións	34	18 Artes gráficas e reprodución de soportes gravados
13	25 Fabricación de produtos metálicos	35	E Subministración de auga, actividades de saneamento etc.
14	I Hostalería	36	S Outros servizos
15	B Industrias extractivas	37	30 Fabricación doutro material de transporte
16	49 Transporte terrestre e por tubaxe	38	28 Fabricación de maquinaria e equipo n.c.ou.p.
17	52 Almacenamento e act. anexas ao transporte	39	22 Fabricación de produtos de caucho e plásticos
18	19 Coquerías e refino de petróleo	40	58 Edición
19	Ou Administración Pública	41	N Actividades administrativas e servizos auxiliares
20	13-15 Industria téxtil e confección	42	59-60 Actividades cinematográficas, etc. 62-63
21	P Educación	43	Programación e consultoría
22	Q Actividades sanitarias e de servizos sociais	44	20-21 Industria química e farmacéutica
		45	50-51 Transporte marítimo e aéreo



Fonte: Elaboración propia con datos do Instituto Nacional de Estadística e Instituto Galego de Estadística (2019).

Os sectores cun índice con valor maior que a unidade son aqueles nos que Galicia mostra unha especialización maior, comparada co resto de España (estes sectores aparecen sombreados na figura).

Poden verse aí moitos dos sectores mencionados nesta área, e relacionados co complexo marítimo como son a pesca, a industria da madeira, a metalurxia, a fabricación de equipos eléctricos, a reparación de maquinaria e equipo, a fabricación de produtos metálicos e, por suposto, a industria automotriz. Sen dúbida, o gran ausente nesta figura é o sector de construción naval, ao que sucesivas crises bateron de maneira significativa, levándoo a un proceso de reconversión ao comezo dos anos oitenta. Por tanto, hoxe en día outros sectores tomaron a estafeta na explotación dos recursos e capacidades locais, como é o caso do sector automotriz. No entanto, a crise actual no sector automotriz tamén leva á reflexión sobre novas formas

de utilizar as devanditas capacidades. Aí é onde pode resultar chave o papel do nacente sector aeroespacial galego.

O feito de que existe tamén unha íntima relación entre o sector automotriz e o sector aeroespacial non é ningún misterio. A relación entre ambos pódese entender a través de varias conexións. En primeiro lugar, ambas as industrias comparten moitas tecnoloxías e procesos de fabricación similares. Por exemplo, a produción en masa de pezas de metal, a construción de estruturas lixeiras e resistentes, o uso de materiais, a xestión da cadea de fornecemento e a implementación de sistemas de control de calidade, entre outros, son áreas onde ambas as industrias teñen experiencia e coñecementos comúns. Alén diso, o sector automotriz foi clave no desenvolvemento da enxeñaría mecánica e a tecnoloxía de motores, e moitas destas innovacións aplicáronse na industria aeroespacial. Ou-

<sup>2</sup> O Índice de Especialización Relativa de Galicia respecto de España calcúlase a partir de cociente entre o peso relativo dun sector dentro do PIB rexional e o seu peso relativo no PIB nacional. Considérase que a rexión está especializada nun certo sector, cando o valor do índice é superior a 1.

tra conexión importante é o enfoque na eficiencia e a redución do peso en ambos os sectores. A necesidade de mellorar a eficiencia no consumo de combustible na industria automotriz levou ao desenvolvemento de materiais máis lixeiros e á optimización dos procesos de produción. Estes avances foron aplicados na industria aeroespacial, onde a redución de peso é crucial para lograr un rendemento óptimo e unha maior eficiencia enerxética. Finalmente, o sector automotriz e a industria aeroespacial foron impulsores da innovación na electrónica e os sistemas de información, comunicación e control. Os vehículos modernos e os avións dependen cada vez máis de sistemas electrónicos avanzados para o control e a seguridade, o que levou ao desenvolvemento de novos sistemas e tecnoloxías que foron transferidos a ambos os sectores.

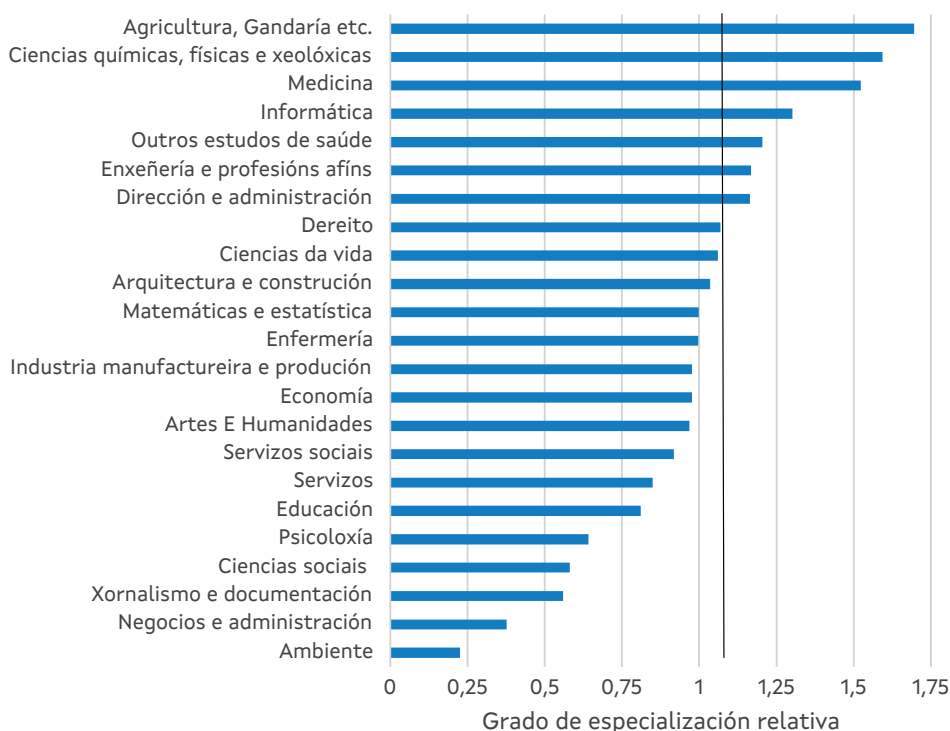
O caso de Galicia non é a excepción. Proba diso é o feito de que case a cuarta parte dos membros ou colaboradoras do Consorcio Aeronáutico Gallego (CAG) pertencen tamén á Agrupación Industrial de Automoción

y Movilidad de Galicia (CEAGA). Algunhas delas dando claramente o salto entre sectores, como é o caso da empresa UTINGAL ou Delta Vigo.

A traxectoria industrial da rexión xerou un importante tecido empresarial en sectores como a automoción, a enerxía, a construción naval e a metalurxia, entre outros, que demandan profesionais altamente cualificados en enxeñaría. Isto contribuíu á formación dunha forza laboral altamente especializada neste campo. É por este motivo que Galicia conta cunha longa tradición na formación de enxeñeiros e é recoñecida pola calidade da súa educación neste campo. A Universidade da Coruña, a Universidade de Santiago de Compostela e a Universidade de Vigo ofrecen programas de enxeñaría altamente valorados en España e no estranxeiro.

Resulta interesante analizar o grao de especialización da forza de traballo na rexión, en comparación con España. Na Figura 3, móstrase o grao de especialización relativa por titulacións.

**Figura 3.** Especialización relativa da formación universitaria en Galicia (curso 2013-2014).



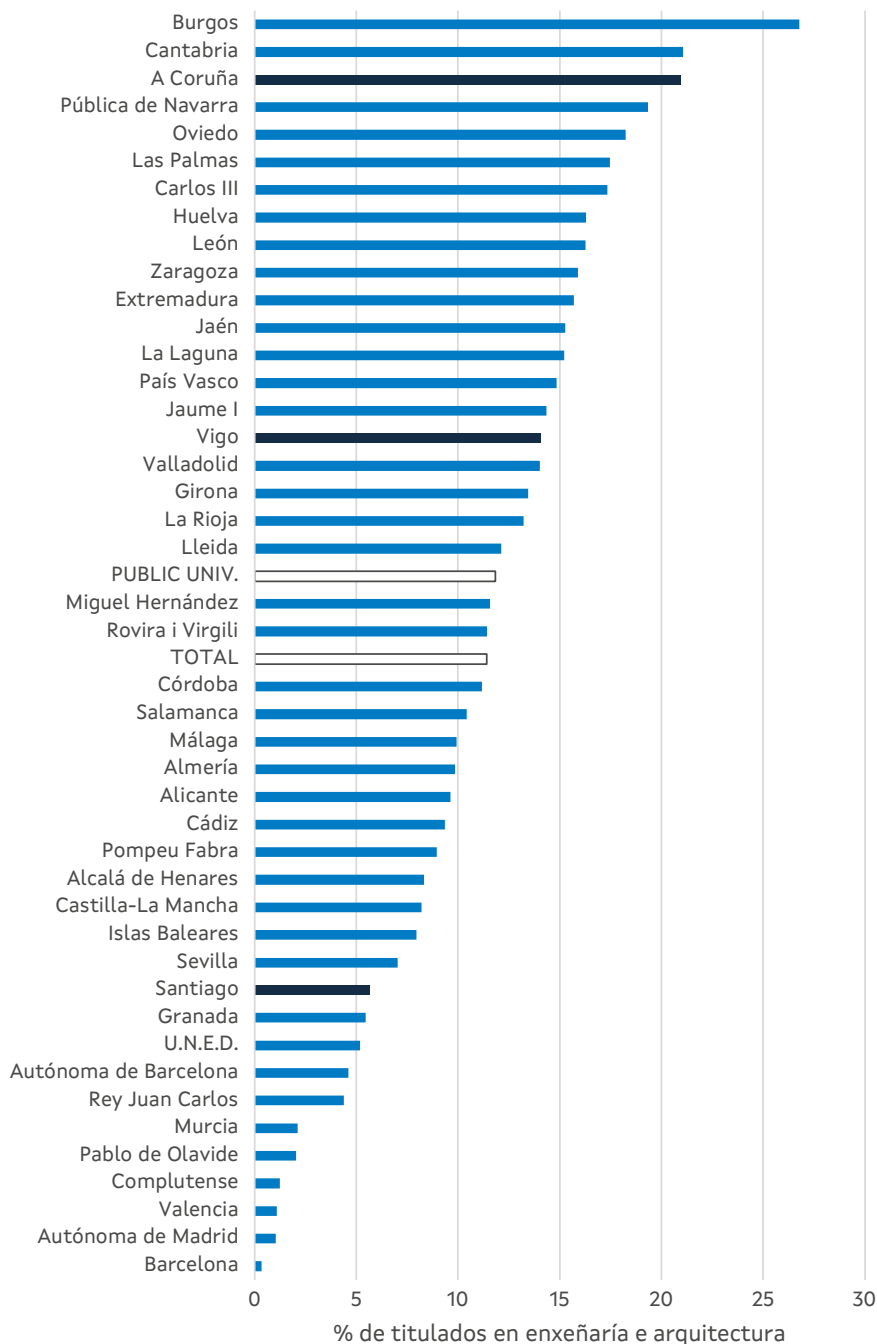
Fonte: Elaboración propia con datos da Enquisa de inserción laboral de titulados universitarios (INE-2019).

Pode verse que o perfil de Galicia, comparado co de España, ten unha forte inclinación cara ao ámbito científico e tecnolóxico, predominando os alumnos titulados en áreas como Ciencias químicas, físicas e xeolóxicas, Medicina (e outros estudos de saúde), Informática, Enxeñaría e profesións afíns, e Ciencias da vida. En todas estas titulacións Galicia mostra un grao maior que

o resto de España (dado que o seu índice de especialización relativa é maior á unidade).

Este dato vese reforzado polo perfil dos estudantes das universidades públicas españolas. Na Figura 4, móstrase a porcentaxe de titulados na área de enxeñaría e arquitectura por cada universidade pública.

**Figura 4.** Estudiantes de enxeñaría e arquitectura nas universidades públicas españolas



Fonte: Elaboración propia con datos da Estatística da Ensinanza Universitaria en España (INE-2011).

Pode verse que dúas das tres universidades galegas (especialmente a Universidade da Coruña, seguida pola Universidade de Vigo) concentran unha proporción de estudantes neste campo moi por encima da media das universidades públicas españolas (U. PÚBLICAS), e tamén por encima da media de todas as universidades, tanto públicas como privadas (TOTAL).

Estes datos mostran unha visión panorámica das capacidades da forza laboral galega e do seu potencial no pulo das actividades produtivas intensivas no uso de coñecemento e tecnoloxía.

Por suposto, este perfil de capacidades ten tamén un impacto importante na creación de empresas da rexión. Por outro lado, non debemos esquecer que o éxito do

sector aeronáutico baséase no seu rápido progreso tecnolóxico, e este cambio tecnolóxico provén de sectores moi variados fóra da actividade de construción aeronáutica e espacial. Aínda que en moitos estudos fálanse das actividades relacionadas co sector aeroespacial, non existen esforzos empíricos para detectar estes sectores afíns a partir dos datos dispoñíbeis sobre as actividades das empresas a nivel mundial. A continuación, ofrecemos esta análise para, posteriormente, mostrar como é a evolución recente do emprendemento nestes sectores en Galicia. En seccións anteriores, estudamos o potencial de Galicia no sector aeroespacial debido á súa traxectoria industrial e o desenvolvemento de capacidades no ámbito da enxeñaría. A análise que mostraremos a continuación permitirá ver se estas capacidades están a ser dirixidas cara a estes sectores.

Para a realización desta análise é necesario definir, en primeira instancia, que sectores consideraremos como os máis relacionados coa actividade aeroespacial. Para tal fin, tomamos os códigos secundarios da actividade económica das empresas rexistradas publicamente no sector de Construción aeronáutica e espacial a nivel mundial (Bureau van Dijk, 2021), o cal nos permitirá ver que sectores son preferente integrados de maneira vertical coa construción aeronáutica. Esta integración vertical é sen dúbida a mellor forma de aproximarnos á cadea de valor mundial do sector aeroespacial. Ademais de ser un bo indicador da cadea de valor dun sector económico calquera (Richardson, 1972), no caso dos sectores máis innovadores é posíbel que as empresas decidan integrar (é dicir, internalizar) máis procesos da devandita cadea de valor debido aos problemas de apropiación de beneficios relacionados coa propiedade intelectual (Teece, 1986). Neste sentido, a integración vertical (medida a partir dos códigos secundarios de actividade da empresa) é un indicador especialmente bo das actividades intimamente relacionadas cun sector cando este é un sector innovador. Por tanto, mesmo se moitas das actividades que realizan as empresas de construción aeronáutica e espacial sexan "externalizadas", ao ser un sector de alta tecnoloxía encontraremos varias delas que decidan internalizar ditas actividades para protexer as súas innovacións tecnolóxicas.

Unha vez feita a selección de sectores relevantes, analizaremos a creación de empresas nestes sectores en Galicia, en comparación co caso español. Pero antes, explicaremos brevemente o procedemento de selección destes sectores.

Nesta procura dos sectores relevantes, seleccionamos a todas as empresas do sector aeronáutico (CNAE 303) rexistradas na base de datos Orbis (Bureau van Dijk, 2021), para reunir todos os sectores de actividade secundarios que estas reportan. Isto permítenos saber que actividades tenden a integrar de forma vertical as empresas do sector, o cal proporciona unha idea aproximada da súa cadea de valor. A procura lanzou un to-

tal de 57.483 empresas, das cales o 55% reporta máis dun sector de actividade (algunhas chegan a reportar máis de corenta). Por suposto, o feito de que unha empresa do sector aeroespacial reporte unha actividade secundaria non quere dicir necesariamente que esta actividade pertenza á cadea de valor da fabricación de produtos aeroespaciais. Por exemplo, algunha empresa podería dedicarse á produción de automóviles como actividade secundaria, pero aínda que existe unha relación nas bases de coñecemento implicadas en ambas as actividades, non podemos dicir que pertencen á mesma cadea de valor. É por isto que só consideraremos aqueles sectores secundarios que aparezan de maneira máis recorrente (polo menos 100 aparicións dentro da base de datos) e se relacionen con algunha das partes do proceso de fabricación de produtos aeroespaciais: I+D e deseño; partes e compoñentes (software, compoñentes electrónicos, compoñentes mecánicos, etc.); sistemas, e a súa integración (Bamber, Frederick & Gereffi, 2016). Neste sentido, eliminamos da selección todas aquelas actividades que caen fóra deste proceso, por exemplo actividades de formación ou comercialización. Adicionalmente, dado que o foco da política de innovación está nas actividades de alta ou media-alta tecnoloxía, ou nos sectores intensivos no uso de coñecemento, centramos a nosa atención nos devanditos sectores (xa que, por exemplo, algunhas empresas construtoras de aeronaves tamén se centran en actividades menos intensivas no uso de tecnoloxía e coñecemento, como son as actividades de transporte, alugueiro ou almacenamento, entre outras, que entendemos que non son o obxectivo da política de impulso a un polo de desenvolvemento no sector aeronáutico. Finalmente, aínda que contamos cun nivel de desagregación de 4 díxitos de CNAE, optamos por unha desagregación a 2 díxitos, tal e como se fai nos estudos de actividades "relacionadas" entre si (Frenken, Van Oort & Verburg, 2007), o cal nos dá un espectro máis amplo do tipo de capacidades asociadas á industria aeronáutica.

No Cadro 1, móstranse os sectores que resultaron máis relevantes na nosa procura, divididos en sectores manufactureiros de alta e media-alta tecnoloxía (esquerda) e servizos intensivos en coñecemento (dereita). Por suposto, dentro deles está a Fabricación doutro material de transporte, dentro do que se inclúe a construción aeronáutica e espacial. Aínda que esta relación resulta obvia, decidimos incluila dentro da selección por dous motivos. O primeiro é que, como mencionamos antes, a investigación científica considera como actividades/capacidades "relacionadas", aquelas que compartan clasificación a 2 díxitos do código CNAE. O segundo é que unha das actividades secundarias máis recorrentes das empresas do sector aeroespacial na nosa base de datos é a Fabricación doutro material de transporte n.c.o.p. (Código NACE 3099), o cal confirma a relación entre actividades co mesmo código CNAE a 2 díxitos.

**Cadro 1.** Actividades máis relacionadas ao sector de construción aeronáutica e espacial

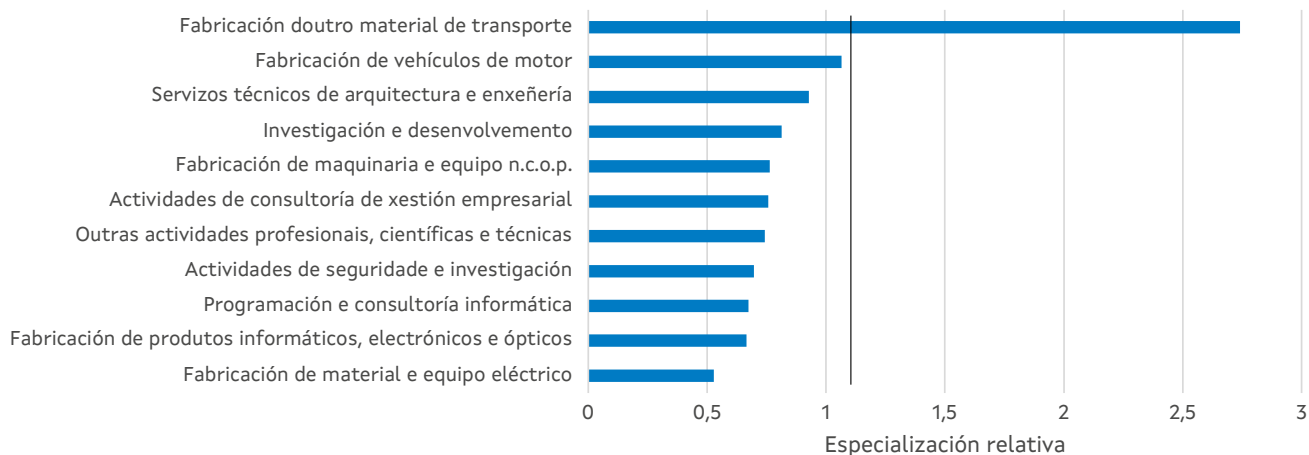
CNAE 09	Industria de alta e media-alta tecnoloxía	CNAE 09	Servizos intensivos no uso de coñecemento
26	Fabricación de produtos informáticos, electrónicos e ópticos	80	Actividades de seguridade e investigación
30	Fabricación doutro material de transporte (excl. 303)	62	Programación, consultoría e outras actividades relacionadas coa informática
28	Fabricación de maquinaria e equipo (excl. maquinaria e equipo eléctrico)	71	Servizos técnicos de arquitectura e enxeñería; ensaios e análises técnicas
27	Fabricación de material e equipo eléctrico	74	Outras actividades profesionais, científicas e técnicas
29	Fabricación de vehículos de motor, remolques e semirremolques	72	Investigación e desenvolvemento
		70	Actividades de consultoría de xestión empresarial

Fonte: Elaboración propia con información da base de datos de Orbis (Bureau van Dijk, 2021).

Dentro do total de empresas rexistradas a nivel mundial (57.483), o 18,7% declarou como actividade secundaria a fabricación de produtos informáticos, electrónicos e ópticos (especialmente a fabricación de instrumentos e aparellos de medida, verificación e navegación). Esta cifra está moi por encima do resto de sectores asociados, o que mostra a altísima relación do sector aeronáutico con esta actividade. Séguelle a fabricación de maquinaria e equipo (e, moi especialmente, a fabricación de bombas e compresores). Dentro dos servizos intensivos no uso de coñecemento, destaca a importancia da programación e consultoría informática. O resto de sectores que figuran no cadro teñen un peso relativo similar. Con todo, isto sen dúbida non se debe á súa menor relevancia para a actividade de construción aeroespacial, senón a que en moitas ocasións estes servizos adoitan externalizarse.

Unha vez identificadas as actividades máis relacionadas co sector aeroespacial, estudaremos a situación actual e evolución recente desta actividade emprendora en Galicia. Na Figura 5, móstrase o índice de especialización relativa de Galicia no establecemento de empresas para cada sector detectado como "relevante" na análise previa. Non resulta estraño o feito de que Galicia mostre unha especialización relativa maior que España (é dicir, un índice maior que a unidade) na creación de empresas nos sectores de fabricación doutro material de transporte (debido especialmente á construción naval) e de fabricación de vehículos de motor. Neste sentido, os datos mostran unha especialización máis relacionada coa historia industrial galega que coa industria aeroespacial.

**Figura 5.** Especialización relativa de Galicia en actividades relacionadas ao sector aeroespacial, a partir do número de establecemento por sector



Fonte: Elaboración propia con datos do Directorio Central de Empresas (INE, 2021).

Con todo, a análise dinámica mostra datos interesantes. Na Figura 6, ofrécese información sobre a evolución da especialización relativa de Galicia nos sectores relacionados co sector aeroespacial no período 2013-2020.

Pode verse que existe un proceso de cambio importante no emprendemento en sectores fundamentais como a programación e consultoría e a fabricación de produtos informáticos.

**Figura 6.** Evolución da especialización relativa de Galicia en actividades relacionadas ao sector aeroespacial



Fonte: Elaboración propia con datos do Directorio Central de Empresas (INE, 2021).

Tendo en conta esta base industrial e de coñecemento, é momento de centrarnos no estado actual e evolución recente do sector aeroespacial galego.





2

# Internacionalización do sector aeroespacial en Galicia





# 2

## Internacionalización do sector aeroespacial en Galicia

### 2.1. Dimensión e evolución do sector aeroespacial galego

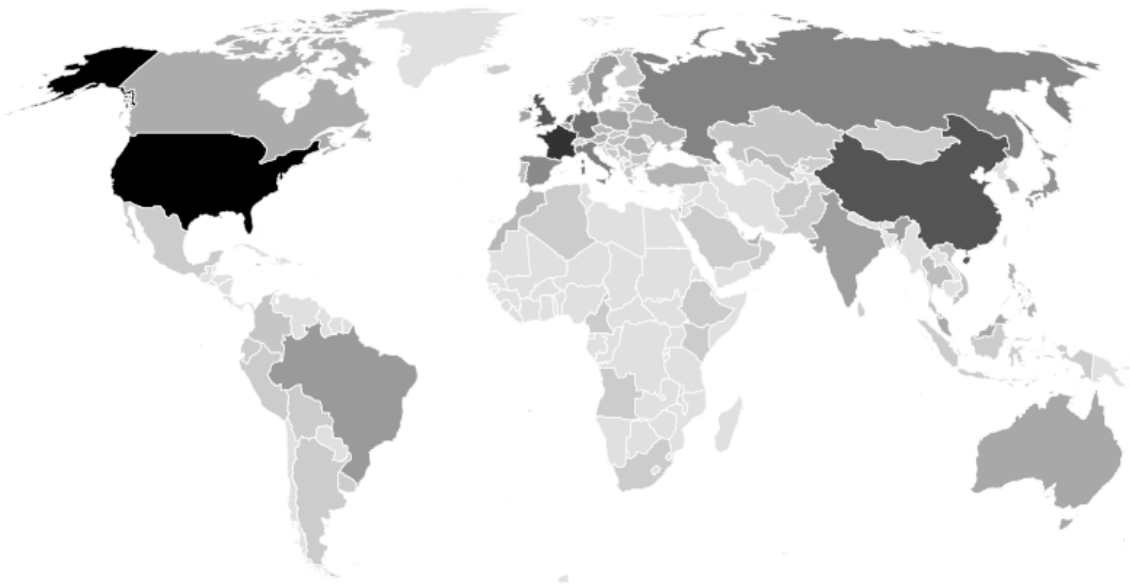
Pola súa intensidade de uso de coñecemento e tecnoloxía, o sector aeroespacial é unha das industrias con maior concentración da actividade económica. De acordo coa base de datos de Bureau van Dijk (2021), dez países concentran máis do 90% das vendas totais do sector. Dentro desta alta concentración, España ocupa un lugar privilexiado, situándose na novena posición a nivel mundial, e no quinto posto dentro da Unión Europea, con aproximadamente 1,5% das vendas globais.

Na Figura 7 móstrase esta concentración considerando a cifra de negocio das empresas rexistradas no sector aeroespacial. Estados Unidos concentra preto do

40% da facturación do sector, seguido de Europa, liderada por Francia, Reino Unido, Alemaña, Países Baixos, Italia e España. Estes seis países teñen conxuntamente unha participación no mercado similar á de Estados Unidos. Fóra de Europa, destacan China, Rusia, India, Brasil, Xapón, Corea e Australia, entre outros (Bureau van Dijk, 2021).

Por suposto, a cifra de negocio das empresas cuxa actividade principal é a construción aeronáutica pode dar lugar a imprecisión, debido a que moitas destas empresas dedícanse tamén a outro tipo de actividades.

*Figura 7. Distribución xeográfica da facturación do sector aeroespacial*

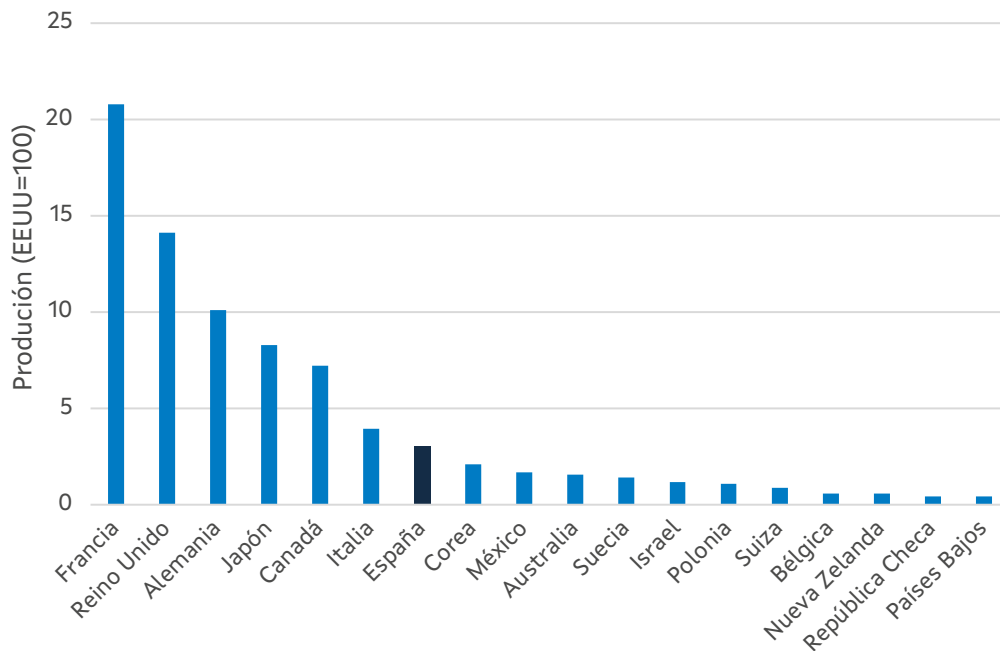


Fonte: Elaboración propia coa base de datos Orbis (Bureau van Dijk, 2021).

Por tal motivo, para contar con datos más precisos sobre a actividade do sector é necesario utilizar fontes de datos agregados como a OCDE. Desafortunada-

mente, esta fonte deixa fóra algunhas das economías que son actores importantes no sector como China, India ou Brasil.

**Figura 8.** Producción do sector aeronáutico nos países da OCDE (Estados Unidos=100)

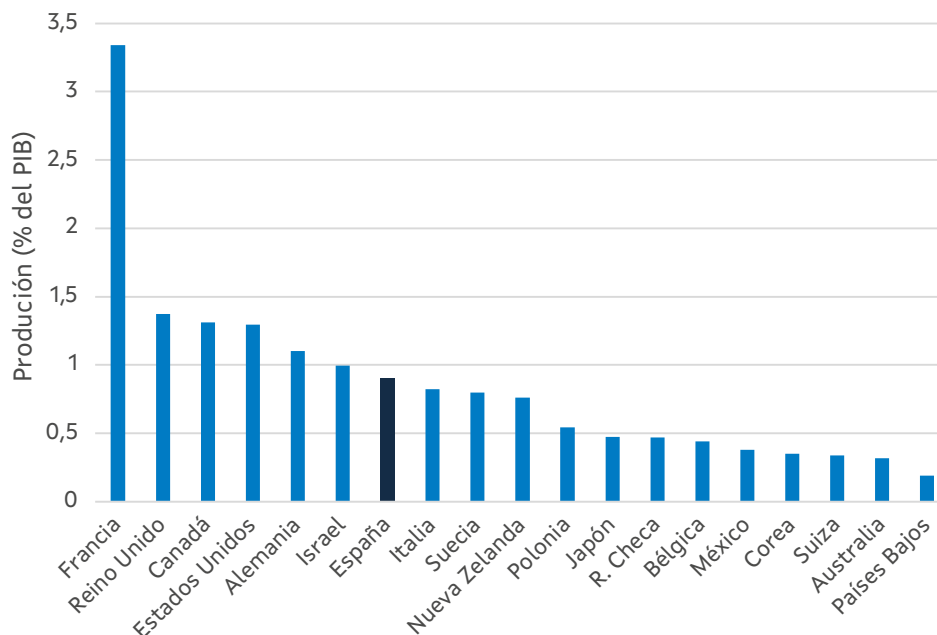


Fonte: Elaboración propia a partir da STAN Industrial Analysis (OCDE, 2020).

Na Figura 8, móstrase a produción a prezos de mercado do sector aeroespacial, como porcentaxe da produción dos Estados Unidos. Estas cifras mostran claramente o liderado español, situándose na quinta posición a nivel europeo.

Por outro lado, resulta interesante estudar a relevancia do sector ao interior das economías líderes (Figura 9). Neste caso pode verse que o sector aeronáutico é especialmente importante no caso de Francia, onde o valor da produción representa máis do 3% do PIB. Esta cifra está por encima do 1,3% (aprox.) de Estados Unidos, Reino Unido e Canadá. Para o caso de España, esta cifra anda polo 0,9%.

**Figura 9.** A relevancia da produción aeronáutica (% do PIB).

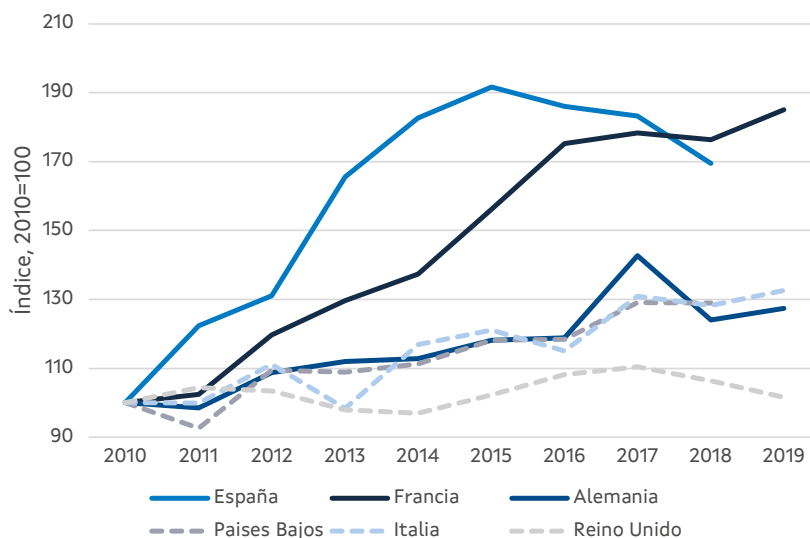


Fonte: Elaboración propia a partir da STAN Industrial Analysis (OCDE, 2020).

Entre os países europeos cunha maior actividade dentro do sector aeroespacial, son España e Francia os que mostraron máis dinamismo en anos recentes. Na Figura 10, obsérvase a dinámica da produción, por país, tomando como base o ano 2010.

Aínda que algunhas rexións de España teñen moito maior volume de actividade no sector aeroespacial que Galicia, como é o caso especialmente de Madrid e Andalucía (debido á importante presenza de Airbus), en anos recentes Galicia mostrouse como unha das rexións de España con maior crecemento da actividade e competitividade neste ámbito.

**Figura 10.** Crecemento da produción no sector aeroespacial (Índice, 2010=100)

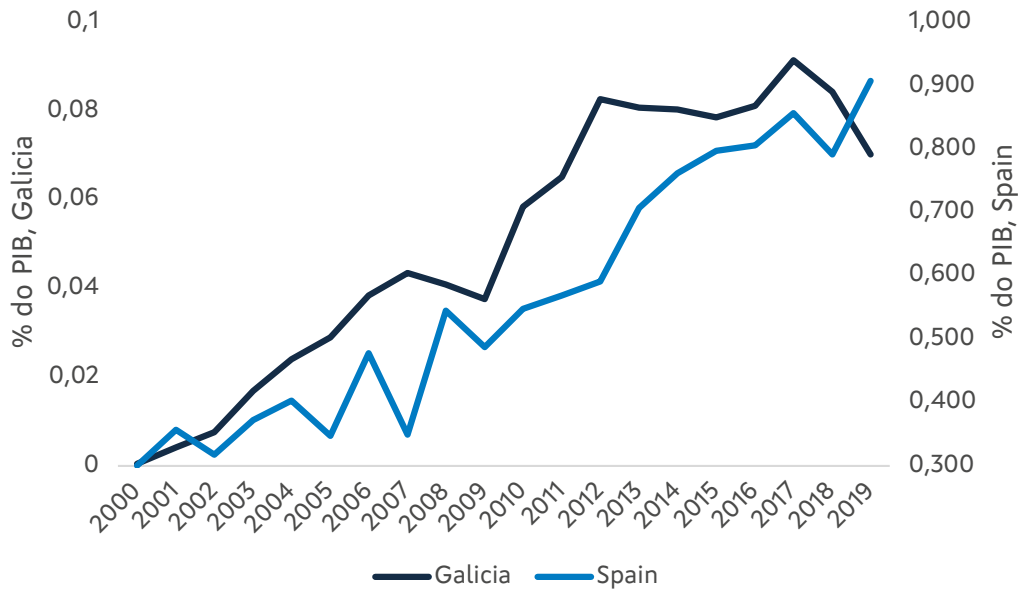


Fonte: Elaboración propia a partir da STAN Industrial Analysis (OCDE, 2020).

É por isto que resulta notábel o feito de que, sendo España un dos países con maior crecemento no sector aeroespacial en Europa, Galicia non quedou atrás neste período de expansión. Na Figura 11, móstrase como Galicia pasou dunha incipiente actividade neste sector, a chegar ao 0,1% do seu PIB. Por suposto, a súa proporción dentro do PIB é a décima parte do que

representa este sector para o PIB total nacional. No entanto, é importante dimensionar esta cifra considerando o importante volume de actividade en España procedente das vendas da empresa Airbus, cuxa presenza en Galicia é aínda hoxe en día un proxecto de futuro.

**Figura 11.** A produción aeroespacial en Galicia e España (% do PIB)



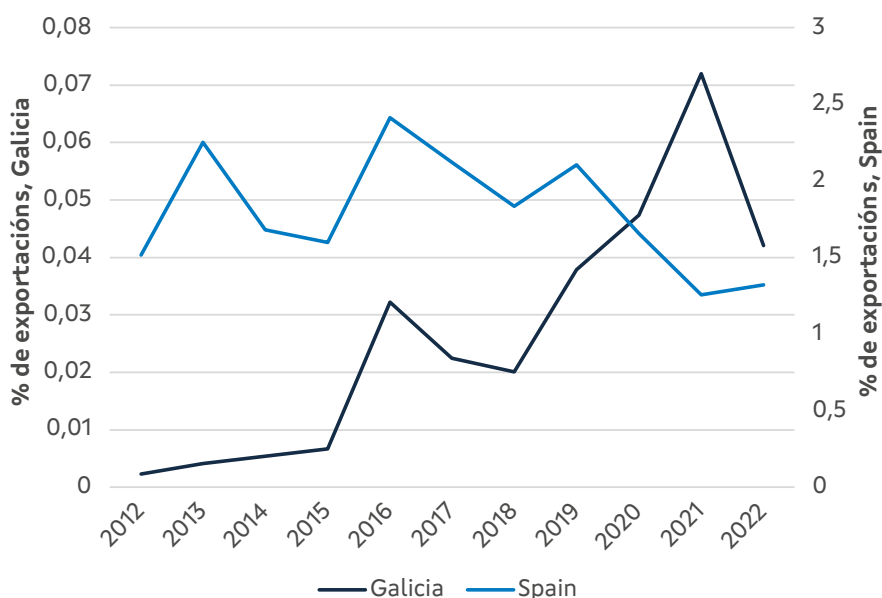
Fonte: Elaboración propia coa base de datos Orbis (Bureau van Dijk, 2021).

## 2.2. Internacionalización do sector aeroespacial galego

Aínda que as cifras de produción poden ser esperanzadoras, o dato que mostra de maneira máis convincente a crecente competitividade desta actividade en Galicia é a súa internacionalización a partir dos datos de exportacións. Do mesmo xeito que no caso da produción, esta actividade exportadora é aínda moi redu-

cida, tendo en conta o volume de exportacións de Galicia desde sectores como o automotriz ou a industria téxtil. Con todo, a dinámica é sen dúbida prometedora, crecendo a un ritmo máis acelerado que o conxunto das cifras nacionais (Figura 12).

**Figura 12.** Evolución das exportacións do sector aeroespacial en Galicia e España (% das exportacións)



Fonte: Elaboración propia a partir das estatísticas de comercio exterior de bens de España (DataComex, 2022).

Dentro do total de exportacións do sector, Andalucía lidera esa área, ao contar cunha das catro plantas de ensamblaxe final de Airbus no mundo, seguido de Madrid, que é sede da terceira maior factoría de Airbus (especializada na fabricación das pezas da cola dos avións). Entre ambas as rexións concentran en torno ao 85% das exportacións da industria aeroespacial española. Este volume sen dúbida opaca a participación do resto de comunidades españolas. No entanto, é importante destacar o seu relevante papel dentro da industria aeroespacial mundial: incluso eliminando as exportacións de Andalucía e Madrid, o total de exportacións españolas en 2021 foi equivalente ao volume das exportacións de Xapón (case 600 millóns de euros). No Cadro 2, móstrase a distribución porcentual das exportacións españolas por comunidade autónoma.

Adicionalmente, ofrécese o dato de variación porcentual entre os dous períodos analizados.

Pode verse que, detrás de Andalucía e Madrid, País Vasco, Baleares e Castela-A Mancha xogan un papel relevante. Galicia non ocupa aínda unha posición moi relevante dentro deste espectro. Con todo, desde o punto de vista da evolución do volume de exportacións, Galicia atópase entre as rexións máis dinámicas do país. Entre os períodos 2013-2017 e 2018-2022, as súas exportacións case se cuadruplicaron, pasando de 14 a 54 millóns de euros. Só Asturias e Murcia creceron a un ritmo máis acelerado, aínda que cun volume de comercio substancialmente menor que Galicia. Resulta tamén destacábel o papel crecente de Castela-A Mancha, e o gran volume de actividade que se des-

envolve en Ilescas (Toledo), coa participación de importantes empresas como Airbus, Aernnova ou Delta Vigo.

Neste sentido, é destacábel o papel de Galicia que, aínda que a súa posición dentro do ámbito da industria

aeroespacial segue sendo modesto, móstrase como unha das rexións máis dinámicas desde o punto de vista da competitividade nun sector intensivo no uso de tecnoloxía e coñecemento, e nun dos países máis dinámicos dentro do sector.

**Cadro 2.** Exportacións de aeronaves, vehículos espaciais, e as súas partes, por CCAA

CCAA	Exportacións totais (%)		Var. %
	2013-2017	2018-2022	
Andalucía	42,0	41,8	-2,7
Aragón	0,6	0,2	-75,0
Asturias	0,002	0,01	320,3
Baleares	2,7	3,0	6,4
Canarias	0,8	1,1	31,2
Cantabria	0,001	0,0001	-86,8
Castilla y León	0,3	0,6	69,5
Castilla-La Mancha	0,7	2,4	253,2
Cataluña	0,4	1,2	163,8
C. Valenciana	1,3	0,8	-43,7
Extremadura	0,001	0,0001	-94,9
Galicia	0,06	0,22	274,0
Madrid	46,4	44,3	-6,5
Murcia	0,001	0,02	1234,1
Navarra	0,1	0,0002	-99,8
País Vasco	3,2	2,8	-16,3
La Rioja	1,2	1,7	33,2

Fonte: Elaboración propia a partir das estatísticas de comercio exterior de bens de España (DataComex, 2022).

Un factor fundamental para ter unha referencia clara sobre as capacidades competitivas no sector é o tipo de produción que se desenvolve na rexión. A continuación, ofrécese unha análise detallada por tipo de produto.

Na última década, a produción aeroespacial en España experimentou una certa diversificación. No entanto, en cifras relativas esta maior diversificación viuse opacada pola súa crecente participación no mercado mundial na fabricación de grandes aeronaves. Anteriormente centrada na fabricación de estruturas, a industria aeroespacial española ampliou o seu alcance para abarcar a fabricación de pezas, simuladores, vehículos espaciais e non tripulados, entre outros. Esta evolución foi impulsada polo investimento en inves-

tigación e desenvolvemento, así como pola colaboración con empresas internacionais e a participación en programas aeroespaciais internacionais. A fabricación de partes foi unha área de crecemento significativo na industria aeroespacial española, con empresas especializadas na produción de compoñentes chave, como motores, sistemas de aviónica e sistemas de control. Alén diso, observouse un aumento na fabricación de simuladores, que son ferramentas esenciais para a formación de pilotos e o desenvolvemento de tecnoloxía de vangarda. Outro ámbito no que España diversificou a súa produción aeroespacial é na fabricación de vehículos espaciais, intensificando a súa colaboración internacional neste ámbito. Ademais, a industria aeroespacial española puxo en marcha proxectos relacionados con vehículos non tripulados, que se utilizan



en aplicacións como a observación da terra, a vixilancia e a monitorización de infraestruturas.

Esta transformación da actividade produtiva no sector fíxose patente nas capacidades competitivas da industria española. É por isto que as exportacións do sector tamén sufriron importantes transformacións. No Cadro 3, preséntase a desagregación das exportacións de España por tipo de produto. Por suposto, a fabricación de aeronaves grandes (máis de 15 toneladas) domina as cifras de exportacións, pasando de menos de dúas terceiras partes do valor das exportacións to-

tais, a máis de tres cuartas partes entre os períodos 2013-2017 e 2018-2022. Aquí destaca o papel de Sevilla e Madrid, concentrando o 94% das exportacións deste tipo de avións, o que significa case a metade das exportacións españolas de todo o sector no período 2018-2022.

Por tanto, a especialización española moveuse cara aos grandes avións, pezas de naves e vehículos espaciais, as hélices, rotores e trens de aterraxe, os helicópteros de peso en baleiro inferior a 2 toneladas, e as aeronaves non propulsadas con motor.

**Cadro 3.** Exportacións de aeronaves, vehículos espaciais, e as súas partes, por produto

Produtos	Exportacións totais (%)		Var. %
	2013-2017	2018-2022	
Globos e dirigibles, e demais aeronaves non propulsados con motor	0,05	0,08	46,9
Helicópteros de peso inferior a 2000 kg	0,21	0,27	25,4
Helicópteros de peso superior a 2000 kg	0,39	0,21	-49,6
Avións e aeronaves de peso inferior a 2000 kg	0,17	0,06	-68,9
Avións e aeronaves de peso entre 2000 e 15000kg	17,6	5,0	-73,0
Avións e aeronaves de peso superior a 15000 kg	31,7	49,9	48,8
Vehículos espaciais, de lanzamento e suborbitais	0,41	0,54	23,5
Paracaídas (incl. os parapentes)	0,12	0,18	37,0
Aparellos e dispositivos para lanzamento e aterraxe de aeronaves e os seus partes	0,10	0,09	-9,4
Simuladores de combate aéreo e os seus partes	0,002	0,01	165,2
Simuladores de voo e os seus partes (excl. os de combate aereo)	0,4	0,4	-14,1
UAV cun peso inferior a 250g	0,0	0,001	-
UAV cun peso entre 250g e 7kg	0,0	0,001	-
UAV cun peso entre 7 e 25kg	0,0	0,0001	-
UAV cun peso entre 25 e 150kg	0,0	0,01	-
UAV cun peso superior a 150kg	0,0	0,0001	-
Hélices e rotores, e os seus partes	0,26	0,43	57,1
Trens de aterraxe e os seus partes	0,58	0,89	44,5
As demais partes de avións, helicópteros ou aeronaves non tripuladas	44,9	37,2	-21,5
Partes de cometas, e vehículos espaciais, de lanzamento e suborbitais	3,0	4,7	49,2
Total	100,0	100,0	-

Fonte: Elaboración propia a partir das estatísticas de comercio exterior de bens de España (DataComex, 2022).

É importante sinalar que as aeronaves non tripuladas incorporáronse como un apartado separado na clasificación de produtos en 2022. Anteriormente, este tipo de aeronaves incluíanse dentro dos helicópteros e avións, dependendo o seu tamaño. Por tanto, só contamos con datos certos sobre a súa exportación nese ano.

A continuación, estudaremos como se distribúen as capacidades competitivas de Galicia no sector aeroespacial a partir das súas exportacións e, por outra banda, que tan singulares son estas capacidades dentro de España.

Vimos que a evolución das exportacións españolas está fortemente procesada pola actividade económica de Andalucía e Madrid, e moi especialmente pola exportación de aeronaves grandes desde Sevilla e Madrid (en gran medida pola actividade das dúas grandes fábricas de Airbus).

Neste sentido, como non podería ser doutra forma, este centro de gravidade da actividade aeroespacial nacional ten un efecto atractor das actividades no resto das rexións de España. Con todo, como veremos máis adiante, a pesar desta inercia Galicia tamén ten os seus trazos particulares desde o punto de vista das súas capacidades competitivas.

No Cadro 4, móstranse as exportacións de España e Galicia, por produtos. Para un maior detalle na análise, inclúense as exportacións de cada unha das catro provincias de Galicia (A Coruña, Lugo, Ourense e Pontevedra). Para facilitar a lectura do cadro, incluímos unha escala de grises que resalte o valor do volume absoluto das exportacións, de maneira que o menor sexa branco e o maior sexa negro. Esta escala de grises realizouse por separado para tres grupos: España, Galicia e provincias. Desta forma, podemos identificar por separado onde se concentran as capacidades competitivas para nivel administrativo.

Entre os períodos 2013-2017 e 2018-2022, España especializouse de maneira máis clara na fabricación de avións grandes, desprazando a un segundo posto ás partes de aeronaves (excluíndo as hélices, rotores e trens de aterraxe). En calquera caso, no período 2018-2022 estas dúas actividades representaron o 87,1% das exportacións españolas (como se desprende tamén do Cadro 3). Neste sentido, podemos dicir que a historia

recente da competitividade aeroespacial en España é máis unha historia de especialización (sorprendente, sen dúbida, polo seu volume), que unha historia de diversificación.

Pola contra, as cifras contan unha historia moi distinta no caso do sector aeroespacial galego. En primeiro lugar, entre os períodos estudados as exportacións case se cuadriplícan. Por outro lado, Galicia tamén pasa dunha especialización concentrada en parte de aeronaves (excluíndo as hélices, rotores e trens de aterraxe), seguida de lonxe pola fabricación de avións de peso medio-baixo, a colocar no mercado internacional un volume significativo de produtos como avións grandes (máis de 15 toneladas) e helicópteros. Respectivamente, 22% e 17% das exportacións galegas no sector.

Desde o punto de vista da localización da actividade, tamén se observa un roteiro cara á diversificación. Ourense, que concentraba o 60% das exportacións no período 2013-2017 (especialmente coa fabricación de parte de aeronaves), pasou a concentrar só o 25% no período 2018-2022. Neste último período, nese mesmo sector apareceu con moita forza a actividade exportadora desde a provincia de Pontevedra, que tamén comezou a exportar helicópteros de peso en baleiro superior a 2 toneladas. Por outro lado, na Coruña dinamizáronse as exportacións de aeronaves de máis de 15 toneladas. Pero quizais un os cambios máis sorprendentes é a aparición en escena da provincia de Lugo, que pasou dunha actividade incipiente no período 2013-2017 a contribuír con máis do 10% ás exportacións de Galicia a través da colocación de helicópteros dun peso en baleiro inferior ás 2 toneladas.

**Cadro 4.** Exportacións de aeronaves, vehículos espaciais, e as súas partes, en España e en Galicia, por produto e provincia (miles de euros)

Produto	España		Galicia		A Coruña		Lugo		Ourense		Pontevedra	
	2013-2017	2018-2022	2013-2017	2018-2022	2013-2017	2018-2022	2013-2017	2018-2022	2013-2017	2018-2022	2013-2017	2018-2022
Globos e dirigibles, e demais aeronaves non propulsados con motor	13.869	20.377	0	7	0	0	0	0	0	6	0	0
Helicópteros de peso inferior a 2000 kg	52.203	65.441	237	6.477	57	6	0	6.450	0	0	180	22
Helicópteros de peso superior a 2000 kg	98.848	49.813	0	2.277	0	0	0	0	0	0	0	2.277
Avións e aeronaves de peso inferior a 2000 kg	44.220	13.757	1.586	60	63	0	33	0	0	0	1.491	60
Avións e aeronaves de peso entre 2000 e 15000kg	4.480.482	1.210.556	1.595	0	1.595	0	0	0	0	0	0	0
Avións e aeronaves de peso superior a 15000 kg	8.060.484	11.990.313	0	11.464	0	11.464	0	0	0	0	0	0
Vehículos espaciais, de lanzamento e suborbitais	105.119	129.821	0	365	0	0	0	0	0	0	0	365
Paracaídas (incl. os parapentes)	31.276	42.863	9	0	9	0	0	0	0	0	0	0
Aparellos e dispositivos para lanzamento e aterraxe de aeronaves e os seus partes	25.200	22.839	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Simuladores de combate aéreo e os seus partes	455	1.207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Simuladores de voo e os seus partes (excl. os de combate aereo)	102.808	88.330	1	9	0	9	0	0	0	0	1	0
UAV cun peso inferior a 250g	0	308	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UAV cun peso entre 250g e 7kg	0	245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UAV cun peso entre 7 e 25kg	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UAV cun peso entre 25 e 150kg	0	1.523	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UAV cun peso superior a 150kg	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hélices e rotores, e os seus partes	66.263	104.095	165	125	0	0	0	0	0	0	165	125
Trens de aterraxe e os seus partes	148.346	214.300	74	137	0	0	0	0	0	1	74	136
As demais partes de avións, helicópteros ou aeronaves non tripuladas	11.403.730	8.952.053	10.021	31.046	0	1	0	0	8.427	12.977	1.594	18.069
Partes de cometas, e vehículos espaciais, de lanzamento e suborbitais	761.292	1.136.011	640	464	105	1	1	0	138	343	396	119
<b>Total</b>	<b>25.394.596</b>	<b>24.043.919</b>	<b>14.327</b>	<b>52.431</b>	<b>1.828</b>	<b>11.481</b>	<b>34</b>	<b>6.450</b>	<b>8.565</b>	<b>13.327</b>	<b>3.900</b>	<b>21.173</b>

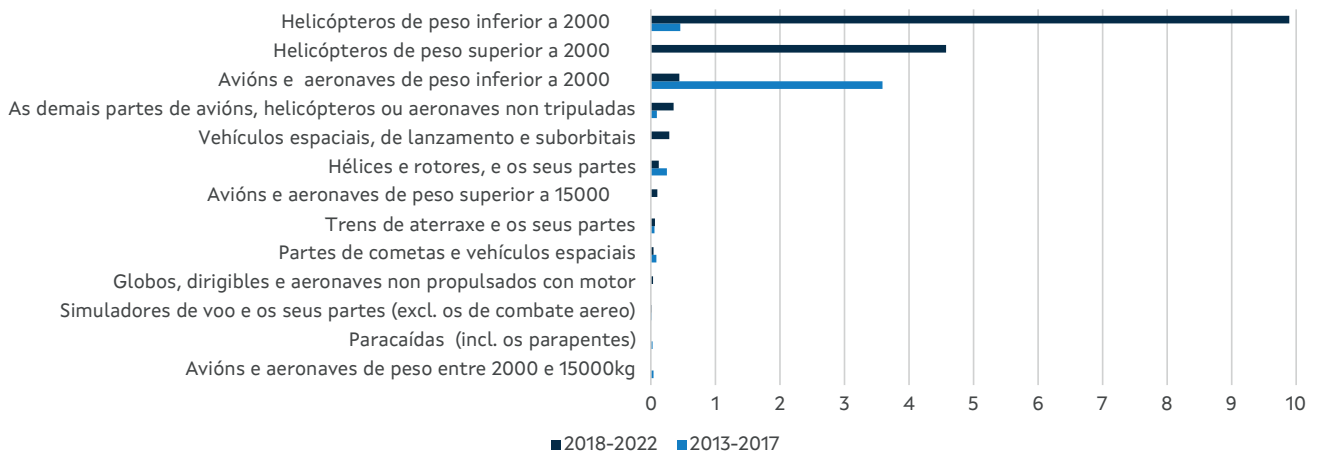
Fonte: Elaboración propia a partir das estatísticas de comercio exterior de bens de España (DataComex, 2022).

Desde o punto de vista da singularidade das capacidades galegas no sector aeronáutico, destacan de maneira importante as exportacións de helicópteros pequenos. Aínda que o seu volume en termos absolutos dentro do total de exportacións do sector é moi pequeno, as exportacións galegas nesta área representaron case o 10% das exportacións españolas des-

te tipo de produto no período 2018-2022, tal e como se mostra na Figura 13.

En segundo lugar, están os helicópteros de peso maior a 2 toneladas, seguido dos avións pequenos, e as partes de aeronaves.

**Figura 13.** Exportacións galegas de aeronaves, vehículos espaciais, e as súas partes, dentro do total nacional (porcentaxes)



Fonte: Elaboración propia a partir das estatísticas de comercio exterior de bens de España (DataComex, 2022).

A aparición de Lugo na exportación de helicópteros de menor tamaño transformou tamén o mapa da competitividade a nivel nacional nesta área. Na Figura 14, móstrase esta transformación. Pode verse que no período 2013-2017 a fabricación deste produto estaba dominada por Cataluña e Valencia, seguidos de Andalucía e Madrid. No período 2018-2022, perde protagonismo Andalucía, Madrid, Valencia e Castela e León, mentres que aparece Castela-A Mancha e, moi especialmente, Galicia que pasa da novena á terceira posición, desbancando a Baleares, Andalucía, Madrid,

Castela e León, País Vasco e Castela-A Mancha. Cataluña e C. Valenciana mantéñense como líderes en ambos os períodos (2013-2017 e 2018-2022), aínda que a primeira duplica as súas exportacións e despégase da segunda, cuxas exportacións caen nun 22%. Entre os períodos 2013-2017 e 2018-2022, Galicia multiplica as súas exportacións case por trinta. Só Aragón ten unha taxa de crecemento maior que Galicia, pero a súa actividade exportadora equivale apenas ao 5% das exportacións galegas.

**Figura 14.** Exportacións de helicópteros de menos de 2 toneladas en España



Fonte: Elaboración propia a partir das estatísticas de comercio exterior de bens de España (DataComex, 2022).

Esta información resulta moi relevante desde o punto de vista da aposta de política do goberno rexional en torno ao desenvolvemento de servizos para aeronaves non-tripuladas. Lembremos que antes de 2022 este tipo de aeronaves incluíanse conxuntamente na clasificación de avións e helicópteros. No entanto, existen motivos para pensar que boa parte destes helicópteros son tripulados, xa que en 2022 exportouse desde Lugo a terceira parte de volume exportado destes produtos durante o período 2018-2022.

En calquera caso, a fabricación de helicópteros pequenos e drons comparte, sen dúbida, moitas similitudes en termos de enxeñaría, tecnoloxía de materiais, sistemas de control, procesos de fabricación e regulacións. A experiencia e coñecementos adquiridos na fabricación de helicópteros poden ser aplicábeis e beneficiar á fabricación de drons, o que pode resultar en sinerxías e eficiencias na produción de ambas as aeronaves. Por unha banda, a fabricación de helicópteros e drons require coñecementos especializados en enxeñaría aeroespacial, incluíndo aerodinámica, estruturas, sistemas de propulsión e aviónica. As empresas que fabrican helicópteros adoitan ter unha

ampla experiencia no deseño e a enxeñaría de aeronaves, o cal pode ser aplicábel na fabricación de drons. Á súa vez, a fabricación de helicópteros e drons implica o uso de materiais avanzados e tecnoloxía de materiais para crear aeronaves lixeiras pero resistentes. As investigacións e avances en tecnoloxía de materiais realizados para a fabricación de helicópteros, como compostos de fibra de carbono e aliaxes de aluminio, tamén poden ser aplicábeis na fabricación de drons. Por outro lado, os sistemas de control e aviónica son compoñentes esenciais tanto en helicópteros como en drons. A experiencia no deseño e fabricación de sistemas de control e aviónica para helicópteros pode ser transferíbel á fabricación de drons, xa que ambos os tipos de aeronaves requiren sistemas electrónicos e de comunicación sofisticados para a súa operación. Adicionalmente, ambos, helicópteros e drons, están suxeitos a regulacións e certificacións na industria aeroespacial. As empresas que xa están familiarizadas cos procesos de certificación e regulación para a fabricación de helicópteros poden ter unha vantaxe ao fabricar drons, xa que moitos dos mesmos principios e normas son aplicábeis a ambas as aeronaves.



3

**Cara á  
internacionalización da  
industria aeroespacial  
en Galicia**







# 3

## Cara á internacionalización da industria aeroespacial en Galicia

### 3.1 Desafíos da industria aeroespacial

A estratexia de converterse nun actor relevante no ámbito global require dun exercicio de prospectiva para trazar unha folla de roteiro. No deseño dunha política de innovación deste tipo, é fundamental sondar que camiños alternativos ofrece o futuro e saber cal deles será máis fácil percorrer co coñecemento e experiencia actuais. Neste sentido, o primeiro paso é preguntarnos cara a onde se dirixe o sector aeronáutico. Con base en discusións con axentes relevantes do sector aeroespacial, e na revisión da investigación científica recente sobre o sector aeroespacial, detectamos algúns desafíos de cara ao futuro.

O primeiro deles é a transformación da manufactura co desenvolvemento de materiais. Moitos avances fixéronse recentemente no desenvolvemento de novas aliaxes que xa están a ser fabricadas para o sector con singulares vantaxes. Os composites (compostos), por exemplo, desempeñan un papel cada vez máis importante na manufactura de aeronaves. Con todo, os novos materiais seguen enfrontándose a desafíos importantes como son unhas propiedades mecánicas insuficientes, o desgaste por rozamento, ou agretamento por corrosión, etc. A investigación e desenvolvemento no sector ten neste desafío unha importante senda para percorrer no futuro (Zhang, Chen & Hu, 2018).

Tamén a revolución dixital está a promover cambios significativos nos procesos de manufactura, e o sector aeroespacial non é a excepción. Cambios como a fabricación por adición (impresión 3D) e outras transformacións na produción automatizada encamiñarán o futuro do sector. No entanto, a fabricación por adición enfrontase a diversos desafíos como, por exemplo, a certificación de pezas e control de calidade, a produción de grandes volumes, pouca variedade dos materiais utilizados, inserción na cadea de fornecemento,

custo da maquinaria, entre outros (Blakey-Milner, et al., 2021).

Outro desafío importante é a transformación cara á sustentabilidade ambiental da cadea de valor da industria aeroespacial (Ruiz-Benitez, López & Real, 2017). A súa alta pegada ecolóxica dirixe a investigación cara á procura de novas tecnoloxías que incrementen o uso eficiente de enerxía, o que é un obxectivo que podería marcar a traxectoria recente da industria.

Adicionalmente, outro desafío está no requirimento e xestión de datos. A industria aeroespacial involucra, entre outras cousas, estruturas, cadeas de subministración e tráfico aéreo que requiren dunha importante produción e procesamento de información. O movemento da industria cara á xestión de aeronaves pilotadas a distancia e aeroportos intelixentes acelérase, o cal tamén xera desafíos relativos á ciberseguridade (Ukwandu, et al., 2022). O desenvolvemento das novas tecnoloxías está a facer que a capacidade para xerar máis e mellor información exceda rapidamente a habilidade dos sistemas actuais para xestionala de maneira eficiente (Badea, Zamfiroiu & Boncea, 2018).

O desafío antes descrito, encádrase no contexto da entrada en escena do desenvolvemento das aeronaves non tripuladas (UAV ou drones). Isto tamén presenta o desafío de xestionar un crecente volume de datos nunha industria xa de seu intensiva no uso e procesamento de información, como comentamos anteriormente. Neste sentido, por exemplo, algúns desafíos son o desenvolvemento de sistemas mellorados para detectar aeronaves, sistemas que permiten autonomía suficiente para levar a cabo manobras de evasión en caso de risco de colisión de forma autónoma, sistemas para a definición de límites exactos do espazo a partir de sensores, a integración segura de drones no

espazo aéreo non segregado, a súa automatización mellorada sen a manipulación directa dun piloto en terra, etc.

Todos estes desafíos atópanse dalgunha maneira capturados no Proxecto Estratégico para a Recuperación e Transformación Económica (PERTE) do sector ae-

roespacial, impulsado polo Goberno de España. Neste sentido, Galicia tampouco parte de cero xa que un dos proxectos líderes no ámbito da súa política rexional de innovación, e o seu buque insignia na política industrial para a transición tecnolóxica, concéntrase neste último desafío.

## 3.2. A política do sector aeroespacial en Galicia

Na última década, as políticas públicas puxeron o enfoque no sector aeroespacial galego. En 2012, O Instituto Nacional de Tecnoloxía Aeroespacial (INTA) pon en marcha en Rozas (Lugo) o proxecto de crear un centro de investigación aeronáutica en materia de vehículos aéreos non tripulados (UAV). O Centro de Investigación Aerotransportada de Rozas (CIAR). O seu obxectivo é atraer á industria para desenvolver e probar este tipo de vehículos e os seus sistemas asociados. Naquel momento, víanse potenciais sinerxías entre o desenvolvemento destas tecnoloxías e a situación xeográfica galega (como, por exemplo, os incendios forestais). En palabras do subdirector de experimentación e certificación do INTA naquela altura, algunhas empresas galegas, especializadas na produción de helicópteros, mostraron o seu interese por atraer probas de helicópteros non tripulados ao nacente centro.<sup>3</sup> Esta información resulta interesante, xa que volve aparecer a relación da industria local de helicópteros asociada ao proxecto de transformación do sector aeroespacial galego.

Baseándose na experiencia previa do goberno na estratexia de compra pública innovadora no sector de saúde, a Axencia Galega de Innovación (GAIN) inclúe na súa Estratexia de Especialización Intelixente (RIS3), 2014-2020, a compra pública innovadora como instrumento de transformación tecnolóxica, e mostra o seu obxectivo de impulsar unha transición cara a sectores de maior intensidade tecnolóxica e, especialmente, ao sector aeroespacial. En 2016, lánzase a primeira fase da Civil UAVs Initiative (CUI) cuxo obxectivo é a utilización de sistemas aéreos non tripulados (UAS, polas súas siglas en inglés) no ámbito civil para a mellora da prestación dos servizos públicos. Este primeiro obxectivo ten detrás a ambiciosa meta de crear unha

nova traxectoria industrial, ancorando coñecemento e tecnoloxías novas na rexión mediante políticas de demanda (Uyarra & Flanagan, 2022). As políticas desta iniciativa xirarán en torno ao CIAR, como punto de partida do nacente polo de desenvolvemento aeroespacial galego. Esta iniciativa apuntou de maneira directa á procura de grandes socios industriais no sector, que activen e desenvolvan o polo tecnolóxico, logrando involucrar a importantes empresas do sector como Airbus, Boeing, Indra, Babcock ou Telespacio.

Cabe menciona varias cuestións respecto a este rumbo da política. Como vimos ao analizar os desafíos do sector aeroespacial, a política aeroespacial galega céntrase nun deles, deixando fóra outros. Esta política favorece, sobre todo, dúas áreas: as actividades de servizos intensivos no uso de coñecemento, e a fabricación de aeronaves pequenas e as súas partes (dada a natureza "civil" do proxecto). Isto sen dúbida representa un desafío para a industria local aeroespacial galega especialmente involucrada na cadea de fornecemento da fabricación de grandes aeronaves. Con todo, de acordo coas consultas realizadas polo autor deste informe, a presenza de grandes empresas está a proporcionar incentivos importantes para a reconversión das actividades da industria local no sentido dos obxectivos do CUI. No entanto, esta transición podería ser unha das inercias máis difíciles de romper neste proxecto.

En calquera caso, a elección desta vía de desenvolvemento parece acertada debido ás capacidades desenvolvidas pola traxectoria industrial galega. Como vimos en seccións anteriores, Galicia conta con importantes capacidades no ámbito da enxeñaría, e a formación de empresas atópase no camiño do desen-

<sup>3</sup> A noticia pode consultarse na seguinte ligazón: [https://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/lugo/2012/07/26/actividad-programada-rozas-partir-septiembre/0003\\_201207L26C3992.htm](https://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/lugo/2012/07/26/actividad-programada-rozas-partir-septiembre/0003_201207L26C3992.htm)

volveremento de tecnoloxías e habilidades compatíbeis coa política actual da rexión. Como vimos, a evolución da especialización de Galicia en ámbitos como a programación e consultoría informática, os servizos técnicos de enxeñaría ou a fabricación de equipo informático (especialmente a fabricación de instrumentos e aparellos de medida, verificación e navegación), dan

conta do potencial neste campo. Por este motivo, non é casual que máis da metade das empresas que conforman a comunidade aeroespacial galega se concentre en actividades de servizos intensivos no uso de coñecemento. Na Figura 15, móstrase a distribución das empresas que compoñen a comunidade aeroespacial galega, por sector de actividade.

**Figura 15.** Comunidade aeroespacial galega, por sector de actividade



Fonte: Elaboración propia con datos do Consorcio Aeronáutico Gallego e Bureau van Dijk (2021).

A coincidencia da estrutura empresarial da comunidade aeroespacial galega coa actual política rexional faise patente ao analizar o tipo de licitacións aprobadas no marco da iniciativa. No Cadro 5, móstrase a descrición das licitacións aprobadas para a compra pública de solucións innovadoras no marco da CUI. Estas descricións son un excelente indicador do obxectivo da iniciativa. Vemos aí que aparecen como prioridade os sistemas de captura, integración e procesamento de información. É dicir, a prioridade son os sistemas, non

as estruturas. A fabricación de drones é, neste sentido, un "medio" e non un "fin" para a CUI (polo menos no seu estado actual), aínda que sen dúbida pode ter un efecto tractor desta actividade ao requirir o desenvolvemento de sistemas con especificacións especializadas. Con todo, é de esperar que este efecto sexa especialmente importante na fabricación de pequenas aeronaves, que é o foco da fabricación de drones para fins civís e non militares.

**Cadro 5.** Licitacións aprobadas para a compra pública de solucións innovadoras baseándose en sistemas aéreos non tripulados no marco da Civil UAVs Initiative

Demanda de solucións no marco da Civil UAVs Initiative (CUI)
Desenvolvemento de plataforma que permita a <b>integración de todos os datos xeorreferenciados</b> capturados a partir de <b>sensores transportados por UAV</b> co fin de ser utilizados nas distintas aplicacións de produción de información xeográfica.
Deseño dun sistema que permita a elaboración e edición de <b>bases topográficas a partir dos datos</b> capturados polos <b>sensores aerotransportados en UAV</b> e noutros vehículos, tanto aéreos, náuticos e terrestres.
Deseño e implementación dun <b>sistema de soporte á toma de decisións</b> en materia de: diagnóstico territorial, planificación rexional e planificación urbana.
Desenvolvemento de aplicativos para a <b>xeración de información xeorreferenciada</b> sobre a masa forestal (tipoloxía, crecemento, evolución etc.)/ etc.), a situación fitosanitaria dos bosques e o uso e características do chan forestal.
Dotar ás embarcacións da frota pesqueira galega dun <b>sistema integral de seguridade a bordo</b> , salvamento marítimo e control da actividade pesqueira.
Automatización de mostraxes oceanográficas mediante UAV. <b>Sensorización de calidade</b> de augas: marítimas e continentais.
Desenvolvemento de <b>equipamentos e sistemas</b> , que melloren sensiblemente a <b>seguridade da súa pilotaxe e control</b> , orientados á súa instalación nos vehículos aéreos non tripulados co obxectivo de dispoñer dun sistema experimental que permita probar cun nivel de seguridade suficiente operacións conxuntas de varias aeronaves.

Fonte: Elaboración propia con información da web da Axencia Galega de Innovación (GAIN).

É importante destacar que o interese das grandes empresas está en liña cos obxectivos da iniciativa. Aínda que a súa participación involucra a fabricación de drones, o principal obxectivo é o desenvolvemento de sistemas. Moi especialmente, o desenvolvemento de voo autónomo dos UAS, sistemas para a integración dos drones coas demais aeronaves no espazo aéreo (U-space), conectividade intelixente, interoperabilidade dixital, etc.<sup>4</sup>

Este é o ambicioso proxecto que formula Galicia, apoiándose nas súas capacidades industriais e na súa experiencia previa co uso de instrumentos de política de innovación orientados a misións, como é o caso da compra pública innovadora. Aínda que é pronto aínda para saber cal será o éxito desta iniciativa, os seus resultados son prometedores. Cun investimento previsto de 540 millóns de euros para o período 2021-2016

(54 M€ fondos públicos locais; 236 M€ fondos públicos nacionais e europeos; 250 M€ fondos privados), logrou involucrar a cinco grandes empresas, e preto de 650 produtos, dos cales o 10% xa se atopa no mercado. Sobre esta última cuestión, é importante chamar a atención sobre o feito de que, aínda que o goberno local adquire os resultados da actividade innovadora baixo a forma de compra pública, estes resultados tamén poden comercializarse polas empresas creadoras concedendo un pago de regalías ao sector público. Esta fórmula abre a posibilidade de estabilizar a produción dos resultados de investigación ampliando os seus mercados.

A continuación, analizaremos a iniciativa á luz da experiencia internacional en materia de formación de polos de desenvolvemento.

<sup>4</sup> A información sobre os obxectivos dos proxectos de I+D pode consultarse en: [https://www.civiluavsinitiative.com/programas/programa\\_id/](https://www.civiluavsinitiative.com/programas/programa_id/).

### 3.3. A experiencia internacional

Ao impulsar un polo de desenvolvemento nunha industria de alta tecnoloxía, unha das cuestións máis importantes que considerar é o coñecemento sobre os factores que favorecen a aparición de aglomeracións de empresas neste tipo de sectores. Isto é especialmente importante no caso do sector aeroespacial, cuxa concentración xeográfica é unha das máis altas da actividade económica mundial. De acordo co rexistro de empresas no sector da construción aeronáutica e espacial e a súa maquinaria, só cinco estados dentro dos Estados Unidos concentraban a terceira parte das empresas do sector a nivel mundial en 2021. Aínda que no caso de Europa esta concentración é menor, só dez rexións concentran a cuarta parte de empresas rexistradas neste sector (Bureau van Dijk, 2021).

A formación de aglomeracións de empresas de alta tecnoloxía (xa sexa baixo a forma de sistemas rexionais de innovación, agrupacións industriais ou polos de desenvolvemento), foi estudada desde polo menos dúas perspectivas. Unha primeira vertente, suxire que a principal forza que impulsa cara á concentración xeográfica nunhas poucas rexións é a existencia dun fenómeno local, no que un conxunto de axentes desenvolve capacidades especializadas que xeran derramas de coñecemento que logran traspasar as fronteiras das súas organizacións (empresas, universidades, centros de investigación, etc.) e, en combinación con outras capacidades e coñecemento de axentes pertencentes a outras organizacións, vaixe xerando o progreso tecnolóxico e a mellora produtiva. Neste proceso acumulativo de fluxo de coñecemento, a "proximidade" entre axentes resulta crucial debido á natureza tácita do coñecemento e á necesidade da aprendizaxe interactiva. Este enfoque, mellor representado polo concepto de sistema rexional de innovación (Freeman, 1995; Lundvall, 1988), chama a atención sobre a relevancia do contexto local (en oposición ao contexto global) na conformación dun polo de desenvolvemento tecnolóxico, debido a que as dificultades no fluxo de coñecemento entre axentes fan que o coñecemento tenda a quedar no lugar onde foi xerado (Von Hippel, 1994). Este fenómeno vai xerando a alta concentración xeográfica de empresas en sectores intensivos no uso de tecnoloxía e coñecemento.

Unha segunda vertente sostén que as aglomeracións de empresas de alta tecnoloxía non son necesariamente o resultado de interaccións locais dentro dos sistemas rexionais de innovación. Moitas innovacións son desenvolvidas ou deseñadas en lugares distintos das rexións onde son finalmente producidas. Desta forma, por exemplo, as grandes empresas farmacéu-

ticas producen a gran escala medicamentos desenvolvidos en laboratorios en distintos países. De maneira similar, a construción de aeronaves atópase dispersa en diversas localizacións, aproveitando vantaxes relativas á I+D, a forza de traballo, os custos de produción ou os apoios governamentais, entre outros factores. Por exemplo, Airbus conta con máis de 20 plantas nas que fabrica e ensambla distintas pezas das aeronaves antes de que sexan transportadas ás fábricas nas que se fai a ensamblaxe final. Á súa vez, as plantas que fabrican as pezas da aeronave dependen de miles de fornecedores para o desenvolvemento das súas partes. De acordo con este enfoque, é a dimensión global (en oposición á local) a que xera unha traxectoria cara á aglomeración de empresas en sectores de alta tecnoloxía. As grandes empresas multinacionais destes sectores poden servir de ancoraxe para a creación de demanda de man de obra cualificada e industrias intermedias especializadas, alén de para a difusión de coñecementos para a creación de novas empresas intensivas en tecnoloxía dentro da rexión. Isto é o que se coñece como a hipótese da áncora (Feldman, 2003; Niosi & Zhegu, 2005), onde o movemento global da actividade empresarial serve como un pulo para a formación de empresas de alta tecnoloxía e reservas de man de obra cualificada dentro da rexión. Aínda que esta hipótese foi amplamente utilizada no ámbito do estudo dos movementos do investimento estranxeiro directo, é fundamental analizar para cada caso como esta ancoraxe pode fomentarse de maneira eficaz. En calquera caso, a existencia dunha empresa "ancora" foi identificada como unha das mellores prácticas no desenvolvemento de agrupacións industriais aeronáuticas (Paone, 2016).

Por suposto, neste traballo non propoñemos decantarnos por un destes dous enfoques, senón máis ben mostrar como as súas aproximacións poden ser complementarias na análise da situación actual da industria aeroespacial galega, para así contar cunha base máis informada para o desenvolvemento de estratexias de política de fomento ao seu desenvolvemento. A idea de que os dous enfoques anteriores (local fronte a global) son complementarios xa está presente nos estudos de innovación. Por unha banda, as ganancias obtidas no proceso de aprendizaxe e fluxo de coñecemento entre os membros dunha comunidade local. Por outro, as vantaxes de investir na construción de canles de comunicación con outros axentes orixinalmente situados fóra da contorna local (Bathelt, Malmberg & Maskell, 2004). Esta necesidade de equilibrar o tipo de redes nas que participar, explícase, polo menos parcialmente, por dúas razóns. En

primeiro lugar, as conexións globais facilitan o acceso a unha máis extensa variedade de coñecemento para a rexión, mentres que a colaboración local facilita a difusión e combinación deste coñecemento dentro da mesma (De Noni et al., 2017). En segundo lugar, o fluxo de coñecemento a nivel global é a miúdo técnico e codificado debido á ausencia de (ou escasa) interacción persoal, mentres que a colaboración local fortalece os elementos que facilitan a transformación do coñecemento procedente doutras rexións afastadas en coñecemento tácito a través da aprendizaxe práctica e a súa transmisión (D'Este et al. 2013).

Por unha banda, están as capacidades locais que desenvolveu Galicia na súa traxectoria industrial, destinadas a actividades relacionadas coa enxeñaría e industrias relativamente afíns ao sector aeronáutico. Pero, por outro, a posibilidade de que esta traxectoria se dirixa cara á expansión significativa dun sector aeroespacial en crecemento, pero aínda cun lugar relativamente modesto dentro da escena nacional e europea. É neste escenario no que a política pública pode desempeñar un papel relevante, creando novas traxectorias con base nas capacidades e redes locais. Por tanto, a estratexia da empresa "ancora" complementa as capacidades locais para absorber e circular as derramas de coñecemento que xeran estas grandes empresas.

Neste sentido, o feito de atraer a empresas "ancora" coa CUI é consistente coas experiencias de boas prácticas noutros polos de desenvolvemento aeronáutico. No entanto, como comentamos anteriormente, isto non é suficiente para garantir o bo funcionamento e desenvolvemento do sistema rexional de innovación. É neste punto no que debemos volver os nosos ollos ao contexto local.

Sen dúbida, un aspecto para ter en conta no deseño da política de innovación son os compoñentes do sistema de innovación, coa finalidade de detectar actores faltantes ou erros do sistema. Ambos poderían ocasionar obstáculos na creación do polo de desenvolvemento (Klein Woolthuis, Lankhuizen & Gilsing, 2005).

Canto aos actores, un primeiro paso no pulo do sector é sen dúbida a conformación dun polo que reúna empresas de diversos sectores con capacidades relevantes. Dentro deste conxunto de empresas, é fundamental unha estrutura variada que inclúa non só grandes empresas "ancora" (como xa comentamos), senón tamén grandes empresas locais, pemes e spin-offs. Nesta sección, como vimos, Galicia conta con bos indicadores. A creación de empresas en ámbitos relevantes para a CUI está a ter lugar. Con todo, as iniciativas futuras de política deben basearse en análises sobre as barreiras á creación das devanditas empresas, para

manter a súa renovación e impulsar o seu crecemento. Aquí, non só son relevantes as cuestións formais relativas á creación de empresas senón tamén, como veremos máis abaixo, o papel de actores intermediarios e as redes potenciais de entrada ao mercado. Volveremos sobre este tema máis adiante.

Por outro lado, son necesarias universidades, centros de investigación e centros tecnolóxicos coa finalidade de xerar sinerxías e oportunidades de cooperación orientadas á xeración de I+D, e a facilitar a aprendizaxe e o fluxo de coñecemento entre os seus membros. O papel destes centros é dobre: por unha banda, deben ser fonte de xeración de investigación de vangarda en campos relevantes para o polo de desenvolvemento e, por outro, deben facilitar servizos tecnolóxicos ás empresas que lles permitan absorber este coñecemento novo baixo a forma de desenvolvementos tecnolóxicos. Neste punto, Galicia é un referente relevante a nivel nacional. Os centros tecnolóxicos están a ter un papel crecentemente relevante no sistema galego de innovación (Salazar-Elena, 2021). Dentro da CUI, atópanse varios centros tecnolóxicos destacados como AIMEN, especializado en materiais e tecnoloxías de fabricación, alén de GRADIANT, especializado en telecomunicacións. Alén diso, o Instituto Tecnolóxico de Galicia (ITG), o Instituto Tecnolóxico de Matemática Industrial (ITMATI) e o Centro Tecnolóxico de Automoción de Galicia (CTAG) tamén forman parte desta iniciativa. As universidades galegas, pola súa banda, gozan dun amplo prestixio a nivel nacional e internacional. Algunhas destas universidades participan na CUI a través de centros como o Centro Singular de Investigación en Tecnoloxías Intelixentes (CITIUS) e o Laboratorio do Territorio (LaboraTe), ambos pertencentes á Universidade de Santiago de Compostela. Ademais, as universidades galegas ofrecen programas académicos relacionados co sector, como o Mestrado en Operacións e Enxeñaría de Sistemas Aéreos Non Tripulados (ofrecido polas Universidades de Vigo e Santiago de Compostela), o Grao en Enxeñaría Aeroespacial (ofrecido pola Universidade de Vigo) e o Ciclo Superior de Mantemento Aeromecánico (impartido polo Centro Público Integrado de Formación Profesional As Mercedes).

A pesar deste bo perfil, un dos desafíos de futuro é incorporar de maneira máis decidida a estes equipos de investigación (centros tecnolóxicos e universidades) a proxectos de vangarda en sectores afíns ao desenvolvemento de UAS. Este esforzo tamén redundaría na internacionalización do sector, atraendo talento local a proxectos de relevancia global. Un exemplo interesante dentro de Galicia é a participación do ITG no proxecto DOMUS (Demonstration of multiple U-Space suppliers). Algúns exemplos noutras rexións son a participación do Institut de Robòtica i Informàtica indus-

trial e a Universidade de Sevilla no proxecto Proxecto GAUSS (U-Space). Esta última tamén se incorporou ao proxecto SAFEDRONE, liderado por Indra.

Claro que nada disto sería atractivo sen a existencia dun mercado que actúe como motor do emprendemento e o investimento. Nun mercado como o aeroespacial, a conformación dun mercado atractivo para sen dúbida pola concorrencia de grandes compradores, como o estado ou as grandes empresas. Aínda que neste asunto o estado pode xogar (e está a xogar) un papel central a través da compra pública innovadora, a estabilidade do sistema ao longo do tempo depende da concorrencia doutros compradores que manteñan a vitalidade do sistema. Aquí pode ser central a concorrencia de grandes empresas, ou a interconexión con outros polos de desenvolvemento para complementar a súa cadea de valor. Sen dúbida, un gran avance fíxose coa inclusión de importantes empresas do sector, cuxa experiencia e interacción cos actores locais do polo de desenvolvemento pode ser fundamental para o desenvolvemento de futuros negocios. De feito, en entrevistas mantidas con algúns actores locais da CUI, algúns mencionaron que unha das súas principais motivacións de participar na iniciativa é que empresas como Airbus, Boeing ou Indra os teñan no "radar" cando necesiten solucións asociadas ás súas competencias.

Por outro lado, na cuestión do tamaño do mercado e a tracción da demanda tamén pode ser fundamental a formación de alianzas. Neste sentido, o goberno de Galicia, a través da Axencia Galega de Innovación (GAIN) promoveu diversas iniciativas. Unha delas é a denominada UAS Nation que, entre outros obxectivos, apunta unha maior coordinación entre rexións en España para a compra pública de solucións relacionadas cos drons (subscrita por 8 comunidades autónomas). Outra é a participación de Galicia no Foro Iberoamericano de Compra Pública de innovación (CPI) e Innovación Aberta organizado polo Banco Interamericano de Desenvolvemento (BID). Este foro non está concretamente ligado ao sector aeroespacial, pero Galicia tomou un papel protagonista como rexión pioneira na implantación da Compra Pública Innovadora en España. Sen dúbida, esta posición podería darlle un lugar privilexiado na solución de problemas das administracións públicas en América Latina a partir dos UAV. Finalmente, tamén está a incorporación de Galicia na Vanguard Initiative, no marco das plataformas de especialización intelixente europea, que inclúe a 38 rexións industriais europeas. Esta iniciativa tampouco ten o seu foco no sector aeroespacial. No entanto, o seu obxectivo de encontrar sinerxías para a conformación de proxectos

interrexionais pode ser de gran axuda nos obxectivos de procura de mercados e coñecemento para o desenvolvemento do sector aeroespacial galego.

Lamentablemente, estes esforzos de coordinación aínda non deron froitos significativos, pero sería interesante redobrar esforzos en explorar estas vías de colaboración, dados os seus potenciais beneficios para a internacionalización do sector.

Outra opción relativa aos mercados é a coordinación con outros polos de desenvolvemento dedicados a actividades incluídas na cadea de valor dos drons. De acordo coa European Cluster Collaboration Platform, existen 38 agrupacións industriais no sector aeroespacial en Europa, e dez relacionados cos UAS (un deles situado en Sevilla).<sup>5</sup>

Finalmente, tamén será fundamental a concorrencia doutros actores relevantes, como son os financiadores (sobre todo os especializados no emprendemento innovador, como o venture capital), organizacións sectoriais que actúen como hubs, etc.

Canto aos fallos do sistema, estes poden ser de diversa índole e conéctanse con cuestións como as infraestruturas (espazos adecuados para a investigación e desenvolvemento, camiños, vías férreas, conexión con aeroportos próximos, TIC, etc.), as institucións (regulación, valores sociais, cultura política e empresarial), e a interacción entre axentes.

Sobre os fallos relacionados en infraestruturas, refírense á ausencia de infraestruturas físicas que os actores necesitan para o bo funcionamento do polo de desenvolvemento. Estas non se limitan simplemente a infraestruturas de comunicación, como son camiños, vías férreas, conexión con aeroportos próximos e TIC, entre outros. Tamén se refíren a outras infraestruturas relacionadas co desenvolvemento de actividades de ciencia e tecnoloxía. A este respecto, Galicia conta con instalacións específicas para o desenvolvemento de proxectos asociados aos UAV. Sen dúbida a máis relevante para a CUI é o CIAR, pero non é o único (por exemplo, ANCORA Drone Test Center xestionada polo ITG). O éxito do polo de desenvolvemento pasa por que estes centros de probas, e especialmente o CIAR, se tornen un foco de atracción para axentes interesados en desenvolver e testar innovacións asociadas aos UAV. Unha infraestrutura desenvolvida e nunha contorna favorábel é un bo comezo, pero os desafíos non acaban aí. As cuestións institucionais poderían converterse nun obstáculo, como veremos a continuación.

<sup>5</sup> Esta información puede consultarse en la Web de la European Cluster Collaboration Platform, en el siguiente enlace: <https://reporting.clustercollaboration.eu/industry>

Canto aos fallos institucionais, estes poden ser obstáculos que presenten tanto institucións formais ou informais. As formais son creadas ou deseñadas intencionalmente (as leis e regulamentos), mentres que as informais evolucionan de maneira espontánea (valores sociais, cultura política e empresarial). A regulación pode desempeñar un papel fundamental no desenvolvemento dunha estratexia rexional de innovación, xa que é posíbel que as probas e uso das novas tecnoloxías desenvolvidas non se axusten plenamente ao marco xurídico e normativo vixente. Isto levará á necesidade de flexibilidade por parte das autoridades na materia e, moi posibelmente, a cambios na normativa. Este é un aspecto fundamental para o crecemento do polo de desenvolvemento aeroespacial galego. Existen diversos centros que poderían albergar desenvolvemento e teste de drons en España. Algúns exemplos son o Centro de Tecnoloxías Aeroespaciais (CATEC) en Xaén, ou o Parque Tecnolóxico de Fuerteventura. Algúns dos participantes do CUI suxeriron que unha maior flexibilidade para o desenvolvemento de probas no CIAR sería desexábel, para non perder terreo respecto doutros centros polos que poderían sentirse máis atraídos actores relevantes para o desenvolvemento do polo aeronáutico galego.

Isto conecta cos fallos en institucións informais, xa que resulta fundamental unha cultura política e empresarial que facilite esta flexibilidade cara ao cambio tecnolóxico. Pero esta flexibilidade non se limita ao marco regulatorio. Cando a estratexia rexional de innovación involucra a transición dun sector establecido a novos desafíos tecnolóxicos, é moi posíbel que algunhas empresas establecidas mostren resistencia ao cambio debido á inercia que xera o "business-as-usual". Isto é especialmente relevante no caso de empresas que lograron facerse un oco dentro do sector, e non atopan un motivo para reestruturar as súas actividades. Baixo o seu enfoque, a política debería reforzar o statu quo, máis que impulsar a transformación.

Sen dúbida, un dos fallos sistémicos máis amplamente estudados pola investigación científica é a interconexión entre axentes. Conceptos que foron buque insignia dos estudos de innovación durante as últimas tres décadas, como o de sistemas rexionais de innovación (Freeman, 1995) ou innovación aberta (Chesbroug, 2003), poñen a énfase neste problema. A continuación, comentaremos algúns dos fallos deste tipo que xulgamos relevantes para o presente informe.

Un primeiro fallo de interacción é a ineficiente conexión entre a xeración de coñecemento científico e a actividade industrial. Aínda que os centros de investigación científica son actores fundamentais dentro dun sistema sectorial de innovación, os investigadores científicos non son os máis aptos ou motivados para xerar

desenvolvementos tecnolóxicos a partir dos seus resultados de investigación. E, pola súa vez, as empresas xeralmente non teñen a capacidade de transformar a investigación científica en solucións tecnolóxicas. Neste sentido, a existencia de axentes "intermediarios do coñecemento" que realicen o traballo de levar o coñecemento desde a investigación científica cara ao desenvolvemento tecnolóxico resulta fundamental no éxito do sistema. Estes axentes adoitan ser os chamados servizos intensivos no uso de coñecemento (KIBS, polas súas siglas en inglés), concentrados en sectores de investigación e desenvolvemento como os servizos técnicos de enxeñaría, as actividades de programación e consultoría informática, e os ensaios técnicos, entre outros. Dentro destes axentes están tamén os centros tecnolóxicos, cuxo papel é converterse nunha fonte de solucións tecnolóxicas para as empresas. Sobre esta cuestión, como mencionamos anteriormente, Galicia parte dunha boa base, aínda que unha estratexia que impulse a participación destes axentes conectando o coñecemento de proxectos de relevancia global co tecido local é fundamental para a internacionalización do polo de desenvolvemento.

Outro fallo común no desenvolvemento dos sistemas sectoriais de innovación que trataremos neste traballo é a escasa variedade e renovación da súa base tecnolóxica, produto de baixa taxa de renovación das empresas (sobre todo as pemes e spin-offs). Aínda que a primeira vista este fallo non está necesariamente ligado ao problema da interacción e formación de redes, está intimamente relacionado cun problema identificado na literatura científica sobre a estrutura das agrupacións industriais dentro do sector aeroespacial (Lucena-Piquero & Vicente, 2019). Para sectores nos que a organización industrial se basea en procesos produtivos separábeis en fases modulares (como é o caso do sector aeroespacial), a existencia de grandes compañías capaces de xestionar a converxencia e a interoperabilidade entre pezas de coñecemento separadas é unha das condicións chave para que as agrupacións industriais alcancen unha posición de liderado nos mercados. As grandes empresas altamente conectadas que deseñan estándares tecnolóxicos coexisten con outras empresas máis debilmente conectadas, xeralmente novas empresas entrantes (como spin-offs e pemes). Esta forma de agrupación industrial xera unha estrutura na que as capacidades das organizacións centrais na cadea de valor (é dicir, as grandes empresas) para xestionar o proceso de innovación non compiten, senón que son compatíbeis coa actividade das novas empresas. Esta estrutura de rede de coñecemento foi observada non só nas principais agrupacións industriais do sector aeronáutico, como os de Montreal, Seattle, Toulouse e Toronto. Tamén se atopou esta configuración na industria biotecnolóxica de Boston, e na industria cinematográfica de Hollywood.



De acordo coa evidencia empírica, esta forte xerarquía entre empresas favorece a renovación tecnolóxica da agrupación industrial. Para as novas empresas entrantes, as conexións coas empresas líderes que ocupan un lugar central na cadea de valor son a miúdo a oportunidade de tender a ponte entre a I+D e as perspectivas comerciais. É dicir, a rápida vinculación das novas empresas (con novas ideas) con empresas grandes pode ser a diferenza entre o fracaso e o éxito comercial e, por tanto, da renovación tecnolóxica. Neste sentido, a participación de grandes empresas que permitan escalar rapidamente os desenvolvementos tecnolóxicos de pequenas empresas locais cobra especial relevancia para a renovación da base tecnolóxica do polo aeronáutico galego.

Aínda que até agora referímonos ao fallo de interconexión entre axentes como un problema de "redes débiles", tamén é posible experimentar o problema contrario: redes demasiado fortes (Carlsson & Jacobsson, 1997). Neste caso, a fortaleza dos lazos entre empresas fai que algunhas delas non poidan valorar

correctamente as oportunidades que presenta o novo coñecemento ou as novas tecnoloxías. Isto podería facer que as empresas, institucións e redes queden atrapadas nas vellas tecnoloxías. De feito, os círculos inicialmente "virtuosos" na conformación de alianzas entre empresas especializadas dentro de una mesma cadea de valor, poderían obstaculizar o proceso de diversificación e cambio tecnolóxico da rexión. As políticas públicas probaron ser efectivas rompendo esta traxectoria industrial de estancamento tecnolóxico. Este problema pode estar presente nas grandes empresas de industria aeroespacial galega, que formaron fortes lazos como fornecedores da cadea de valor de construción de aeronaves grandes. Con todo, como comentamos anteriormente, a participación de grandes empresas multinacionais buscando novos obxectivos asociados ao CUI, pode ser un factor determinante na transición tecnolóxica do sector.



# 4

## Conclusiones





# Conclusiones

# 4

Este informe busca brindar unha foto da situación actual da internacionalización do sector aeroespacial galego, e valorar o seu potencial de crecemento e internacionalización á luz das leccións aprendidas a nivel global sobre a conformación e desenvolvemento de polos aeroespaciais.

En primeiro lugar, mostramos que a traxectoria industrial recente de Galicia xerou habilidades produtivas en actividades de media-alta tecnoloxía especialmente relacionadas coa industria aeroespacial, e tamén unha especialización relativa na formación de enxeñeiros altamente cualificados. Por súa vez, esta traxectoria tivo un efecto importante na creación de empresas en sectores intimamente relacionados co sector aeroespacial, como son a programación e consultoría informática, a fabricación de equipos informáticos e os servizos técnicos de enxeñaría.

Desde o punto de vista da súa internacionalización, a industria aeroespacial galega experimentou transformacións importantes. Aínda que actualmente a rexión non se encontra dentro das comunidades con maiores niveis de exportación, entre os períodos 2013-2017 e 2018-2022, as súas exportacións case se cuadruplicaron. Neste sentido, é destacábel o papel de Galicia mostrándose como unha das rexións máis dinámicas desde o punto de vista da competitividade, nun sector intensivo no uso de tecnoloxía e coñecemento, e nun dos países máis dinámicos e con maior volume dentro do sector a nivel mundial.

Outro aspecto importante que hai que destacar é a diversificación das súas exportacións, pasando dunha especialización concentrada en partes de aeronaves, a colocar no mercado internacional un volume significativo de avións e helicópteros. Destacando de maneira importante as exportacións de helicópteros pequenos (menos de dúas toneladas), nos que Galicia concentrou case o 10% das exportacións nacionais destes produtos. Este incremento levouna do noveno ao terceiro posto en exportacións de helicópteros pequenos entre as rexións españolas entre os períodos 2013-2017 e 2018-2022, só detrás de Cataluña e a Comunidade Valenciana.

A investigación tamén mostrou que a opción de política de innovación do goberno galego encrédase nun dos desafíos de futuro do sector aeronáutico e é consistente coas capacidades locais e os obxectivos das grandes compañías multinacionais do sector.

Desde o punto de vista das leccións aprendidas da industria a nivel global, mostramos que existe unha importante intersección entre as iniciativas do goberno galego e as boas prácticas do sector aeroespacial a nivel global. Especialmente no que respecta á participación de grandes empresas multinacionais, centros tecnolóxicos e de investigación, e empresas con capacidades relevantes para os desafíos que presenta a transformación industrial exposta polo goberno local.

No entanto, identificáronse diversos desafíos de cara ao futuro. Un deles é incorporar de maneira máis decida a empresas e equipos de investigación a proxectos de vangarda en sectores afíns ao desenvolvemento de UAS. Este esforzo tamén redundaría na internacionalización do sector, atraendo talento local a proxectos de relevancia global. Aínda que existen experiencias en Galicia, a súa presenza neste tipo de proxectos segue sendo escasa en comparación con outros axentes no ámbito nacional. Por outro lado, é fundamental ampliar os horizontes do polo de desenvolvemento, tanto a nivel nacional como internacional. A Axencia Galega de Innovación (GAIN) promoveu diversas iniciativas neste sentido, como a iniciativa UAS Nation, a participación de Galicia no Foro Iberoamericano de Compra Pública de Innovación (CPI) e Innovación Aberta, ou a Vanguard Initiative no marco das plataformas de especialización intelixente europea. Con todo, os resultados destes esforzos aínda non xeraron significativos resultados en materia de coordinación entre as organizacións da CUI e outras rexións españolas, europeas ou extracomunitarias. Neste sentido, sería importante redobrar esforzos para explotar o potencial destas interesantes iniciativas.



# Referencias







# Referencias bibliográficas

- Álvarez, L. A. (2011). La economía de Galicia, una panorámica, c. 1750-2010. *Historia contemporánea*, (42).
- Badea, V. E., Zamfiroiu, A., & Boncea, R. (2018). Big data in the aerospace industry. *Informatica Economica*, 22(1), 17-24.
- Bamber, P., Frederick, S., & Gereffi, G. (2016). The Philippines in the Aerospace Global Value Chain. Duke University.
- Bathelt, H., Malmberg, A., & Maskell, P. (2004). Clusters and knowledge: local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation. *Progress in human geography*, 28(1), 31-56.
- Blakey-Milner, B., Gradl, P., Snedden, G., Brooks, M., Pitot, J., Lopez, E., ... & du Plessis, A. (2021). Metal additive manufacturing in aerospace: A review. *Materials & Design*, 209, 110008.
- Boschma, R., & Iammarino, S. (2009). Related variety, trade linkages, and regional growth in Italy. *Economic Geography*, 85(3), 289-311.
- Carlsson, B., & Jacobsson, S. (1997). In search of useful public policies: key lessons and issues for policy makers. In: Carlsson, B., (Ed.), *Technological Systems and Industrial Dynamics*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Carmona Badía, X. (1985), "La industria conservera gallega, 1840-1905", *Papeles de Economía Española*, monográfico Economía de las Comunidades Autónomas. Galicia.
- Chesbrough, H. W. (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business Press.
- D'Este, P., Guy, F., & Iammarino, S. (2013). "Shaping the formation of university-industry research collaboration: what type of proximity does really matter?". *Journal of Economic Geography*, 13: 537-558.
- De Groot, H. L., Poot, J., & Smit, M. J. (2016). Which agglomeration externalities matter most and why?. *Journal of Economic Surveys*, 30(4), 756-782.
- De Noni, I., Ganzaroli, A., & Orsi, L. (2017). "The impact of intra-and inter-regional knowledge collaboration and technological variety on the knowledge productivity of European regions". *Technological Forecasting and Social Change*, 117: 108-118.
- Freeman, C. (1995), The 'National System of Innovation' in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics* 1995, 19, 5-2.
- Frenken, K., Van Oort, F., & Verburg, T. (2007). Related variety, unrelated variety and regional economic growth. *Regional studies*, 41(5), 685-697.
- Glaeser, E., Kallal, H. D., Scheinkman, J. A., & Shleifer, A. (1992). Growth in cities. *Journal of Political Economy*, 100(6), 1126-1152.

- Jacobs, J. (1969). *The economy of cities*. Vintage Books. New York.
- Klein Woolthuis, R., Lankhuizen, M., & Gilsing, V. (2005). A system failure framework for innovation policy design. *Technovation*, 25(6), 609-619.
- Lozano Courtier, A. (1996), *De empresa pública a empresa privada: la gestión de los Arsenales del Estado, 1870-1936*», en F. Comín y P. Martín Aceña, *La empresa en la Historia de España*, Civitas, Madrid, 1996, pp. 369-382.
- Lucena-Piquero, D., & Vicente, J. (2019). The visible hand of cluster policy makers: An analysis of Aerospace Valley (2006-2015) using a place-based network methodology. *Research Policy*, 48(3), 830-842.
- Lundvall, B.-Å., 1988. Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. In: Dosi, G. Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G., Soete, L. (Eds.), *Technical Change and Economic Theory*. Pinter, London, pp. 349-369.
- Niosi, J., & Zhegu, M. (2005). Aerospace clusters: local or global knowledge spillovers? *Industry & Innovation*, 12(1), 5-29.
- Paone, M. (2016). *Aerospace Clusters. World's Best Practice and Future Perspectives. An Opportunity for South Australia*. Defence SA. Government of South Australia.
- Richardson, G. B. (1972). The organisation of industry. *The Economic Journal*, 82(327), 883-896.
- Ruiz-Benitez, R., López, C., & Real, J. C. (2017). Environmental benefits of lean, green and resilient supply chain management: The case of the aerospace sector. *Journal of cleaner production*, 167, 850-862.
- Salazar-Elena, J.C. (2021), *La Innovación Abierta en Galicia*. Fundación Cotec para la Innovación y Axencia Galega de Innovación (GAIN). España.
- Teece, D. J. (1986). Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research policy*, 15(6), 285-305.
- Ukwandu, E., Ben-Farah, M. A., Hindy, H., Bures, M., Atkinson, R., Tachtatzis, C., Andonovic, I. & Bellekens, X. (2022). Cyber-security challenges in aviation industry: A review of current and future trends. *Information*, 13(3), 146.
- Uyarra, E., & Flanagan, K. (2022). Going beyond the line of sight: Institutional entrepreneurship and system agency in regional path creation. *Regional Studies*, 56(4), 536-547.
- Von Hippel, E. 1994. "Sticky information and the locus of problem solving: implications for innovation". *Management science*, 40(4): 429-439.
- Zhang, X., Chen, Y., & Hu, J. (2018). Recent advances in the development of aerospace materials. *Progress in Aerospace Sciences*, 97, 22-34.



