

**INSTRUMENTOS  
DE APOYO A LA  
INTERNACIONALIZACIÓN  
DEL SECTOR  
AEROESPACIAL.  
ESTUDIO COMPARADO  
DE LOS PAÍSES LÍDERES  
Y PROPUESTAS DE  
INNOVACIÓN EN ESTOS  
INSTRUMENTOS**

***INSTRUMENTS SUPPORTING THE  
INTERNATIONALISATION OF THE  
AEROSPACE SECTOR: COMPARATIVE  
STUDY OF THE LEADING COUNTRIES  
AND INNOVATION PROPOSALS FOR  
THESE INSTRUMENTS***



**CAG**

GALICIAN  
AERONAUTICAL  
CONSORTIUM

XUNTA DE  
GALICIA

El Observatorio de la Industria Aeroespacial se financia en el marco de la Civil UAVs Initiative, promovida por la Xunta de Galicia a través de la Vicepresidencia Primera y Consellería de Economía, Industria e Innovación

PROMOTOR  
CONSORCIO AERONÁUTICO GALEGO CAG

EDICIÓN  
CAG® 2023

Este estudio ha sido realizado por el siguiente equipo investigador:

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

ISBN:  
Depósito Legal:

# Instrumentos de apoyo a la internacionalización del sector aeroespacial. Estudio comparado de los países líderes y propuestas de innovación en estos instrumentos

*Instruments supporting the internationalisation of the aerospace sector: comparative study of the leading countries and innovation proposals for these instruments*



**INSTRUMENTOS  
DE APOYO A LA  
INTERNACIONALIZACIÓN  
DEL SECTOR  
AEROESPACIAL.  
ESTUDIO COMPARADO  
DE LOS PAÍSES LÍDERES  
Y PROPUESTAS DE  
INNOVACIÓN EN ESTOS  
INSTRUMENTOS**

**ESP**



**CAG**

GALICIAN  
AERONAUTICAL  
CONSORTIUM



# Índice

<b>Resumen</b>	<b>11</b>
<b>Resumen ejecutivo</b>	<b>12</b>
<b>1. Trayectoria del capital tecnológico y capacidades en Galicia</b>	<b>17</b>
1.1. Variedad relacionada y trayectoria industrial	17
1.2. Trayectoria del capital tecnológico, humano y empresarial	19
1.3. Internacionalización del sector aeroespacial en Galicia	27
<b>2. Internacionalización del sector aeroespacial en Galicia</b>	<b>29</b>
2.1. Dimensión y evolución del sector aeroespacial gallego	29
2.2. Internacionalización del sector aeroespacial gallego	33
<b>3. Hacia la internacionalización de la industria aeroespacial en Galicia</b>	<b>43</b>
3.1. Retos de la industria aeroespacial	43
3.2. La política del sector aeroespacial en Galicia	44
3.3. La experiencia internacional	47
<b>4. Conclusiones</b>	<b>55</b>
<b>Referencias bibliográficas</b>	<b>59</b>





# Resumen







## Resumen

El objetivo de este informe es describir la situación actual de la internacionalización del sector aeroespacial gallego, y valorar su potencial de crecimiento e internacionalización a la luz de las lecciones aprendidas a nivel global sobre la conformación y desarrollo de polos aeroespaciales. Para tal fin, se describe la trayectoria reciente de la industria gallega, con la finalidad de valorar el estado actual de sus capacidades humanas y tecnológicas. En segundo lugar, se realiza un análisis detallado de la evolución del sector aeroespacial gallego en el ámbito internacional. Y, finalmente, se discute la pertinencia de las opciones recientes de política regional de innovación a la vista de las mejores prácticas sobre el desarrollo del sector aeroespacial detectadas en la investigación científica.

Los resultados de la investigación muestran que la trayectoria reciente de internacionalización del sector aeroespacial gallego es esperanzadora, la opción de política de las autoridades gallegas parece consistir con las capacidades de la industria local y con los restos de futuro del sector aeronáutico, y el diseño de sus instrumentos de política está en sintonía con las buenas prácticas aprendidas de la experiencia internacional. No obstante, los retos en la transición hacia un polo de desarrollo relevante a nivel internacional no son menores debido a diversos motivos, entre los que destacan su aún reducido volumen de actividad y sus escasas conexiones nacionales e internacionales en ámbitos relevantes para los objetivos de su política regional de innovación.

## Resumen ejecutivo

Galicia es un excelente ejemplo de cómo la trayectoria industrial local puede ser reconducida hacia actividades más intensivas en el uso de la tecnología y el conocimiento, valiéndose de las capacidades y capital tecnológico existentes. De la misma forma en que un conjunto de acciones decididas logró en los años cincuenta reconducir su trayectoria industrial hacia la industria automotriz, recientemente el gobierno gallego ha decidido impulsar una nueva reconversión industrial hacia el sector aeroespacial.

Por supuesto, al igual que en aquella transformación de mediados de siglo, Galicia no parte de cero en este esfuerzo de transición tecnológica. Su trayectoria industrial reciente ha generado habilidades productivas en actividades de media-alta tecnología, especialmente relacionadas con la industria aeroespacial, y también una especialización relativa en la formación de ingenieros altamente cualificados. Esta misma trayectoria también ha tenido un efecto importante en la creación de empresas en sectores íntimamente relacionados con el sector aeroespacial, como son la programación y consultoría informática, la fabricación de equipos informáticos (especialmente la fabricación de instrumentos medida, verificación y navegación) y los servicios técnicos de ingeniería.

Con estas capacidades humanas y capital tecnológico, Galicia ha comenzado una importante transformación en el sector aeroespacial que incluye también cambios importantes en su proceso de internacionalización. Aunque actualmente la región no se encuentra dentro las comunidades con mayor cuota de exportación en el sector (opacada por el sorprendente volumen de exportaciones en torno a la actividad de Andalucía y Madrid), es sin duda la región más dinámica en este rubro. Entre los periodos 2013-2017 y 2018-2022, sus exportaciones se han casi cuadruplicado, pasando de 14 a 54 millones de euros. Sólo Asturias y Murcia crecieron a un ritmo más acelerado, aunque con un volumen de comercio sustancialmente menor. En este sentido, es destacable el papel de Galicia mostrándose como una de las regiones más dinámicas desde el punto de vista de la competitividad, en un sector intensivo en el uso de tecnología y conocimiento, y en uno de los países más dinámicos y con mayor volumen dentro del sector a nivel mundial.

En el periodo reciente, Galicia diversificó sus exportaciones pasando de una especialización concentrada en partes de aeronaves, a colocar en el mercado internacional un volumen significativo de productos como aviones de más de 15 toneladas y helicópteros. Desde

el punto de vista de la singularidad de las capacidades gallegas en el sector aeronáutico, destacan de manera importante las exportaciones de helicópteros pequeños (menos de dos toneladas), concentrando casi el 10% de las exportaciones nacionales de estos productos. Este incremento le llevó del noveno al tercer puesto en exportaciones de helicópteros pequeños entre las regiones españolas entre los periodos 2013-2017 y 2018-2022, sólo detrás de Cataluña y la Comunidad Valenciana.

En el diseño de una política de innovación hacia tecnologías de vanguardia, es fundamental sondear qué caminos alternativos ofrece el futuro y saber cuál de ellos será más fácil recorrer con el conocimiento y experiencia actuales. La opción de política de innovación del gobierno gallego, relativa al desarrollo tecnológico en el ámbito de los drones (con el Civil UAVs Initiative (CUI) como buque insignia), se enmarca en uno de los retos de futuro del sector identificados tanto por los expertos, como por los lineamientos de política nacional y europea. No obstante, esta opción de política no es el único de esos retos de futuro del sector. Otros retos podrían ser los que guían la transición tecnológica de la región como, por ejemplo, los nuevos materiales, la impresión 3D, la automatización y digitalización del proceso productivo, la transición verde, etc..

En este sentido, la opción de política del gobierno regional se decanta por el impulso senda específica de desarrollo tecnológico. Sus iniciativas favorecen el impulso de actividades de servicios intensivos en el uso de conocimiento, y la fabricación de aeronaves pequeñas y sus partes (dada la naturaleza "civil" del proyecto). Esto sin duda representa un reto para la industria local aeroespacial gallega especialmente involucrada en la cadena de suministros de la fabricación de grandes aeronaves.

Pese a este potencial reto, nuestro análisis muestra que la opción de política asociada al desarrollo de sistemas aéreos no tripulados (UAS) es consistente con las capacidades locales y los objetivos de las grandes compañías multinacionales del sector. Por un lado, la industria aeroespacial muestra una gran dependencia hacia los servicios intensivos en el uso de conocimiento. Al margen del interés que pueden tener las grandes multinacionales en el desarrollo de drones para uso civil, es creciente su atención hacia el desarrollo de sistemas para vuelo autónomo, sistemas para la integración de los drones con las demás aeronaves en el espacio aéreo (U-space), conectividad inteligente,

interoperabilidad digital, entre otras tecnologías relevantes en la iniciativa del polo aeroespacial gallego. Por otra parte, la evolución de la especialización de Galicia en ámbitos como la programación y consultoría informática, los servicios técnicos de ingeniería o la fabricación de equipo informático es consistente con estos objetivos. Prueba de ello es la estructura de la comunidad aeroespacial gallega, en la que más de la mitad de las empresas que la conforman se concentra en actividades de servicios intensivos en el uso de conocimiento.

Desde el punto de vista de las lecciones aprendidas de la industria a nivel global, podemos decir que existe una importante intersección entre las iniciativas del gobierno gallego y las buenas prácticas del sector aeroespacial a nivel global. Una primera lección de la experiencia de los clústeres líderes a nivel mundial es la incorporación de empresas grandes (por ejemplo, multinacionales) que actúen como "ancla" del proceso de creación del polo de desarrollo. Para sectores en los que la organización industrial se basa en procesos productivos separables en fases modulares (como es el caso del sector aeroespacial), la existencia de grandes compañías capaces de gestionar la convergencia y la interoperabilidad entre piezas de conocimiento separadas es clave para alcanzar una posición de liderazgo en los mercados internacionales. Por otra parte, estas grandes empresas pueden estabilizar las actividades de las empresas local al actuar como grandes compradores. Esto se debe a que la experiencia e interacción de estas grandes corporaciones con los actores locales puede ser fundamental para el desarrollo de futuros negocios. Finalmente, estas empresas "ancla" pueden también jugar un papel importante en aparición y supervivencia de nuevas empresas tecnológicas. Para las nuevas empresas entrantes, las conexiones con las empresas líderes que ocupan un lugar central en la cadena de valor son a menudo la oportunidad de cruzar el puente entre la I+D y las perspectivas comerciales. Así, la participación de grandes empresas que permitan escalar rápidamente los desarrollos tecnológicos de pequeñas empresas locales cobra especial relevancia para la renovación de la base tecnológica del polo aeronáutico gallego.

Este objetivo de involucrar a empresas "ancla" ha sido alcanzado inicialmente por la política aeroespacial gallega, atrayendo la participación de empresas como Airbus, Boeing, Indra, Babcock o Telespazio.

Otro factor fundamental dentro de las lecciones internacionales es la masa crítica de universidades, centros de investigación y centros tecnológicos con la finalidad de generar sinergias y oportunidades de cooperación orientadas a la generación de I+D, y a facilitar el aprendizaje y el flujo de conocimiento entre sus

miembros. En este punto, Galicia es un referente relevante a nivel nacional. Los centros tecnológicos están teniendo un papel creciente en el sistema gallego de innovación. Dentro de la CUI participan centros tecnológicos como AIMEN, GRADIENT, el Instituto Tecnológico de Galicia (ITG), el Instituto Tecnológico de Matemática Industrial (ITMATI), o el Centro Tecnológico de Automoción de Galicia (CTAG), entre otros. Por supuesto, las universidades gallegas también gozan de un amplio prestigio a nivel nacional e internacional, y algunas de ellas participan también en la CUI a través de centros como el Centro Singular de Investigación en Tecnoloxías Intelixentes (CITIUS), o el Laboratorio de Territorio (LaboraTe), ambos de la Universidad de Santiago de Compostela. Por otra parte, las universidades gallegas también cuentan con programas relacionados con el sector como el Máster en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no tripulados (Universidades de Vigo y Santiago de Compostela), el Grado de Ingeniería Aeroespacial (Universidad de Vigo), o el Ciclo Superior de Mantenimiento Aeromecánico (Centro Público Integrado de Formación Profesional As Mercedes).

No obstante, uno de los retos de futuro es incorporar de manera más decidida a estos equipos de investigación (centros tecnológicos y universidades) a proyectos de vanguardia en sectores afines al desarrollo de UAS. Este esfuerzo también redundaría en la internacionalización del sector, atrayendo talento local a proyectos de relevancia global. Un ejemplo interesante dentro de Galicia es la participación de ITG en el proyecto DOMUS (Demonstration of multiple U-Space suppliers). Algunos ejemplos en otras regiones son la participación del Institut de Robòtica i Informàtica industrial y la Universidad de Sevilla en el proyecto GAUSS (U-Space). Esta última también se incorporó al proyecto SAFEDRONE, liderado por Indra.

Finalmente, es fundamental ampliar los horizontes del polo de desarrollo, tanto a nivel nacional como internacional. En este sentido, el gobierno de Galicia, a través de la Agencia Gallega de Innovación (GAIN) ha promovido diversas iniciativas. Una de ellas es la denominada UAS Nation que, entre otros objetivos, apunta una mayor coordinación entre regiones en España para la compra pública de soluciones relacionadas con los drones (suscrita por 8 comunidades autónomas). Otra es la participación de Galicia en el Foro Iberoamericano de Compra Pública de innovación (CPI) e Innovación Abierta organizado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Este foro no está especialmente ligado al sector aeroespacial, pero Galicia ha tomado un papel protagónico como región pionera en la implantación de la Compra Pública Innovadora en España. Sin duda, esta posición podría darle un lugar privilegiado en la solución de problemas de las

administraciones públicas en América Latina a partir de UAVs. Finalmente, también está la incorporación de Galicia en la Vanguard Initiative, en el marco de las plataformas de especialización inteligente europea, que incluye a 38 regiones industriales europeas. Esta iniciativa tampoco tiene su foco en el sector aeroespacial. No obstante, su objetivo de encontrar sinergias para la conformación de proyectos interregionales puede ser de gran ayuda en los objetivos de búsqueda de mercados y conocimiento para el desarrollo del sector aeroespacial gallego.

Lamentablemente, estos esfuerzos de coordinación aún no han dado frutos significativos, pero sería interesante redoblar esfuerzos en explorar estas vías de colaboración, dados sus potenciales beneficios para la internacionalización del sector.

En resumen, la trayectoria reciente de internacionalización del sector aeroespacial gallego es esperanzadora, la opción de política de las autoridades gallegas parece consistente con las capacidades de la industria local y con los restos de futuro del sector aeronáutico, y el diseño de sus instrumentos de política está en sintonía con las buenas prácticas aprendidas de la experiencia internacional. No obstante, los retos en la transición hacia un polo de desarrollo relevante a nivel internacional no son menores debido a diversos motivos, entre los que destacan su aún escaso volumen de actividad en comparación con el grado de internacionalización de otras regiones de España, y sus escasas conexiones nacionales e internacionales en ámbitos relevantes para el desarrollo de tecnologías asociadas a los UAVs. Redoblar esfuerzos en estos ámbitos será clave para mantener el curso de la transición industrial gallega.

1

# Trayectoria del capital tecnológico y capacidades en Galicia







# 1

## Trayectoria del capital tecnológico y capacidades en Galicia

La reconversión de una región hacia actividades más intensivas en el uso de conocimiento y tecnología suele ser vista como una transformación radical, en comparación con el proceso de especialización en las actividades productivas ya establecidas. No obstante, incluso estos saltos aparentemente radicales no escapan al principio de continuidad: *la naturaleza no da saltos*. Como ya sugería Joseph Schumpeter, reconocido por muchos como padre fundador de los estudios de innovación, aunque la innovación puede ser visto como una discontinuidad, no es más que una recombinación del conocimiento y las capacidades existentes. En esta sección, estudiaremos la trayectoria tecnológica de Galicia para contar con un punto de partida, con la finalidad de conocer cuál es la base de su proceso de cambio hacia estadios tecnológicamente más elevados.

### 1.1. Variedad relacionada y trayectoria industrial

El reto al que se enfrenta Galicia en el impulso del sector aeroespacial no es menor. Aunque Galicia ha logrado activar su sector a través de una decidida política pública, y de iniciativas privadas provenientes de empresas nuevas o revigorizadas del sector, el espacio para la mejora en el objetivo de transformarse en un referente nacional y europeo es aún significativo. Sin duda, uno de los mayores instrumentos para cometer este reto, es la eficiente utilización de las capacidades que han transformado a Galicia en una importante región industrial. En este sentido, resulta fundamental conocer la trayectoria de este desarrollo industrial, con la finalidad de comprender mejor la realidad del estado actual de la industria gallega, para contar con una base más informada para el desarrollo de estrategias de impulso para el sector. En esta sección, nos valdremos del concepto de "variedad relacionada" para analizar dicha trayectoria (Frenken, Van Oort & Verburg, 2007; Boschma & Iammarino, 2009).

El concepto de variedad relacionada (Frenken, Van Oort & Verburg, 2007) se refiere a la diversidad de

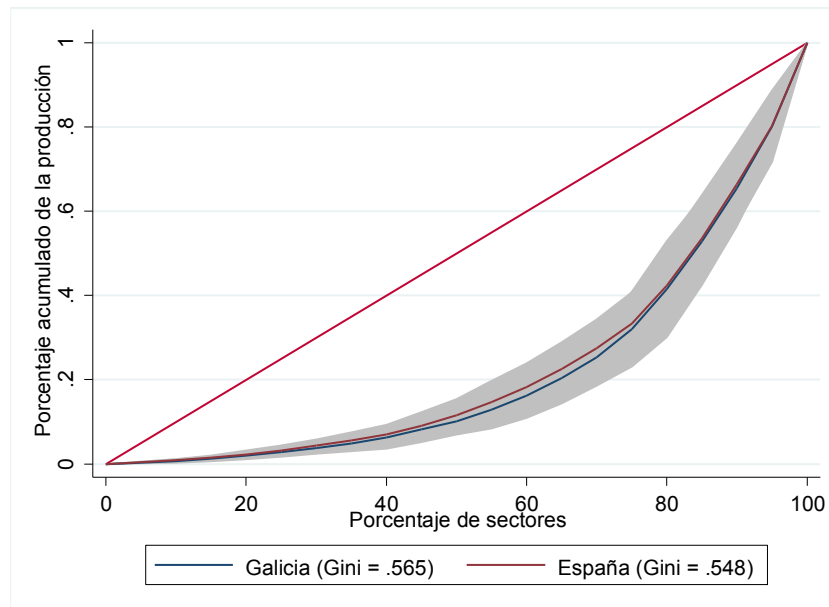
empresas y actividades que están relacionadas por una serie de tecnologías, conocimientos y habilidades comunes. En otras palabras, se trata de la diversidad de industrias que están vinculadas por sus similitudes técnicas y de conocimiento.

La idea de variedad relacionada proviene de un viejo debate sobre la estrategia de industrialización, que se pregunta si las regiones se benefician más de la especialización o de la diversificación (Glaeser, et al., 1992). En su trabajo pionero sobre el desarrollo económico, Joseph Schumpeter llamó la atención sobre el papel de la recombinación del conocimiento y las capacidades en el proceso de innovación. En línea con estas ideas, Jacobs (1969) sugirió que cuanto mayor es el número de actividades o sectores económicos existentes en una economía, mayor será la capacidad de dicha economía para crear nuevos sectores. De hecho, en un estudio más reciente, De-Groot, et al. (2016) encontró que la mayor parte de estudios analizando este dilema muestran que la diversidad de actividades es más positiva que la especialización para el crecimen-

to económico de la región. En este sentido, Galicia no parte de una posición desfavorable, ya que la diversidad de sus actividades económicas no es sustancialmente menor que la de España. La Figura 1, muestra a

partir de la curva de Lorenz que la concentración de la actividad productiva en Galicia no es significativamente mayor que la de España.<sup>1</sup>

**Figura 1.** Curvas de Lorenz y coeficiente de Gini para la producción en Galicia y España.



Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística e Instituto Galego de Estadística (2018).

No obstante, para Frenken et al. (2007) esta recombinación no es sólo una cuestión de diversidad. La aparición de nuevos sectores o actividades económicas en una región está condicionada por la "relación" que puede existir entre estas capacidades y conocimiento.

Por ejemplo, en una región con una importante industria de tecnología de la información, es posible que también se desarrollen empresas relacionadas con la producción de software, hardware, dispositivos electrónicos, servicios de Internet, entre otros. Estas empresas pueden compartir conocimientos y habilidades técnicas, lo que puede fomentar la innovación y el crecimiento. La variedad relacionada también puede encontrarse en sectores como la biotecnología, la nanotecnología, la energía renovable, entre otros. En

cada uno de estos casos, la variedad relacionada puede impulsar la innovación y el crecimiento económico al permitir la transferencia de conocimientos y tecnologías entre empresas e industrias cercanas.

La industria aeroespacial también puede ser considerada como el resultado de los efectos de la variedad relacionada. Por ejemplo, algunas industrias que podrían haber contribuido a su aparición son: (i) la industria de la aviación, a partir de la experiencia y los conocimientos adquiridos en aerodinámica, ingeniería de materiales, electrónica y gestión de operaciones aéreas; (ii) la industria militar, por su impulso al desarrollo de tecnologías avanzadas como los misiles, los aviones de combate y los sistemas de comunicaciones y navegación; (iii) el sector de la energía, que gene-

<sup>1</sup> La curva de Lorenz es un método habitual para medir la concentración económica. Mientras más cerca esté la curva de la diagonal principal, menor es la concentración en unas pocas actividades. La sombra del gráfico muestra los intervalos de confianza de las curvas de España y Galicia, respectivamente. Su superposición nos indica que no existen diferencias significativas en el nivel de concentración de la actividad entre España y Galicia. Así, podemos afirmar que la variedad de actividades en Galicia no es significativamente menor que en España.

ró importantes desarrollos de tecnologías relacionadas con los motores, la propulsión y la generación de energía; (iv) la industria electrónica y las telecomunicaciones, claves en el desarrollo de sistemas de control y navegación, sistemas de comunicaciones, y tecnologías de sensores para la operación y el control de aeronaves y sistemas espaciales; (v) los servicios informáticos, fundamentales para la creación de sof-

ware de control y simulación, así como en el análisis de datos y la visualización de información; (vi) la industria de materiales, para desarrollar materiales avanzados y ligeros que puedan soportar condiciones extremas; (vii) los servicios de investigación y el desarrollo, para el diseño de nuevas tecnologías y sistemas para mejorar la eficiencia, seguridad y rendimiento de aeronaves; etc.

## 1.2. Trayectoria del capital tecnológico, humano y empresarial

Galicia ocupa un lugar muy especial dentro de los casos que explican la relación entre desarrollo industrial y "variedad relacionada". Y comprender este proceso histórico industrial es fundamental para acometer su impulso de cara al futuro. A continuación, desarrollaré muy brevemente esta historia que cuenta los pequeños saltos sectoriales que ha dado la industria gallega para aterrizar en el sector aeroespacial.

Hacia finales del siglo XIX, diversos factores propiciaron una transformación económica en Galicia en torno al llamado *complejo marítimo*, que favoreció la transición de la tradicional salazón a la conservaduría industrial de los productos del mar (Alonso, 2010). Esta transformación dio lugar a encadenamientos con otros sectores, dado de requería de insumos relativamente más complejos, como maquinaria, aceite refinado, estaño y hoja de lata. El impulso de estas actividades al complejo marítimo queda plasmado en el crecimiento de exportaciones de productos del mar, especialmente a Francia (Carmona Badía, 1985).

El impacto en la actividad económica producto de la modernización industrial en la conserva de pescado generó diversos encendimientos productivos con otras actividades fomentando el crecimiento de sectores como la pesca de altura, los astilleros, la metalurgia, aserraderos mecánicos, etc.

El crecimiento de la actividad del complejo marítimo, y el consecuente agotamiento de las plataformas costeras, motivó el desarrollo industrial de la construcción naval al demandarse embarcaciones tecnológicamente más complejas. Esto llevaría primero al abandono de la vela en favor del vapor y, posteriormente, a la incorporación del motor diésel en todas las embarcaciones, dando lugar a la flota de altura. Así, las embarcaciones gallegas entrarían de lleno en la pesca de altura, faenando en territorios tan lejanos como Terranova (Canadá), donde competían con las

embarcaciones francesas e inglesas.

Esta floreciente actividad industrial en el primer cuarto del siglo XX, también permitió la consolidación de la actividad emprendedora y la banca local, especialmente en el caso del Banco de Vigo, el Banco de La Coruña y el Banco Pastor. Como resultado de la aglomeración industrial, destacan también en este periodo las inversiones en la generación de energía eléctrica, distribución de agua, transportes a los centros urbanos (especialmente, desde las poblaciones vecinas donde residía la mano de obra de las fábricas de conserva y astilleros), etc. También el periodo de la guerra civil española tuvo un impacto en la industrialización de la región. Por ejemplo, las fábricas de envases se transformaron en productoras de granadas, mientras que los astilleros se encargaron de la producción de bombas, proyectiles y elementos blindados (Lozano, 1996). Como consecuencia de este desarrollo industrial, en 1940 Galicia llegó a concentrar el 7,16% del PIB español.

La actividad industrial generó diversas competencias y eslabones íntimamente relacionados con la naciente industria automotriz después de la primera guerra mundial. Al crecimiento de las necesidades de transporte a las zonas industriales, se sumaron diversas actividades anexas a la motorización de la región. Por ejemplo, el mantenimiento y reparación de automóviles demandaba piezas de metal, como carrocería y chasis, así como experiencia en ingeniería sobre el funcionamiento especialmente de los motores. Así, la especialización previa de Galicia en actividades como la fabricación de motores o productos metálicos el convirtieron en un lugar propicio para el sector automotriz.

Por este motivo, no es casual que Galicia fuese la cuna de Eduardo Barreiros, uno de los empresarios más importantes en la historia de la industria automotriz

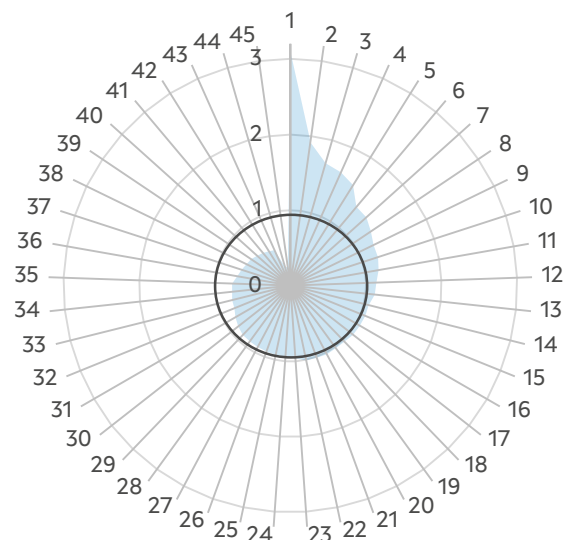
española y, de acuerdo con el New York Times (1964) uno de los empresarios más importantes de Europa en su época. Célebre por su patente para la transformación de motores de gasolina a diésel en 1951, fundó Barreiros Diesel en 1954, una empresa que se dedicó a la fabricación de motores diésel y que posteriormente comenzó a producir vehículos comerciales y autobuses. Este importante caldo industrial de cultivo fue sin duda fundamental para que un grupo de industriales,

liderados por Félix Santamaría, desbancara a Navarra a finales de los años cincuenta en la candidatura para albergar la fábrica de Citroën en España. El resto, como suele decirse, es historia.

La importancia del complejo marítimo en la industria gallega es innegable. En la Figura 2, se muestra la especialización relativa de Galicia respecto de la producción española.<sup>2</sup>

**Figura 2. Especialización relativa de la producción en Galicia**

Ranking de especialización					
1	16	Industria de la madera y del corcho	23	47	Comercio al por menor
2	D	Suministro de energía eléctrica, gas, etc.	24	L	Actividades inmobiliarias
3	A	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	25	31-32	Fabricación de muebles
4	29	Fabricación de vehículos de motor	26	T	Actividades de los hogares
5	33	Reparación e instalación de maquinaria y equipo	27	26	Fabricación de productos informáticos
6	53	Actividades postales y de correos	28	46	Comercio al por mayor
7	24	Metalurgia	29	R	Actividades artísticas y recreativas
8	27	Fabricación de material y equipo eléctrico	30	K	Actividades financieras y de seguros
9	17	Industria del papel	31	45	Venta y reparación de vehículos de motor
10	10-12	Industrias de alimentación, bebidas y tabaco	32	M	Actividades profesionales, científicas y técnicas
11	F	Construcción	33	23	Fabricación otros productos minerales no metálicos
12	61	Telecomunicaciones	34	18	Artes gráficas y reproducción de soportes grabados
13	25	Fabricación de productos metálicos	35	E	Suministro de agua, actividades saneamiento, etc.
14	I	Hostelería	36	S	Otros servicios
15	B	Industrias extractivas	37	30	Fabricación de otro material de transporte
16	49	Transporte terrestre y por tubería	38	28	Fabricación de maquinaria y equipo n.c.o.p.
17	52	Almacenamiento y act. anexas al transporte	39	22	Fabricación de productos de caucho y plásticos
18	19	Coquerías y refino de petróleo	40	58	Edición
19	O	Administración Pública	41	N	Actividades administrativas y servicios auxiliares
20	13-15	Industria textil y confección	42	59-60	Actividades cinematográficas, etc.
21	P	Educación	43	62-63	Programación y consultoría
22	Q	Actividades sanitarias y de servicios sociales	44	20-21	Industria química y farmacéutica
			45	50-51	Transporte marítimo y aéreo



Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística e Instituto Galego de Estadística (2019).

Los sectores con un índice con valor mayor que la unidad son aquellos en los que Galicia muestra una especialización mayor, comparada con el resto de España (estos sectores aparecen sombreados en la figura).

Pueden verse ahí muchos de los sectores mencionados en esta sección, y relacionados con el complejo marítimo como son la pesca, la industria de la madera, la metalurgia, la fabricación de equipo eléctrico, la reparación de maquinaria y equipo, la fabricación de productos metálicos y, por supuesto, la industria automotriz. Sin duda, el gran ausente en esta figura es el sector de construcción naval, al que sucesivas crisis han golpeado de manera significativa, llevándole a un proceso de reconversión al inicio de los años ochenta. Así, hoy en día otros sectores han tomado la estafeta

en la explotación de los recursos y capacidades locales, como es el caso del sector automotriz. No obstante, la crisis actual en el sector automotriz también lleva a la reflexión sobre nuevas formas de utilizar dichas capacidades. Ahí es donde puede resultar clave el papel del naciente sector aeroespacial gallego.

El hecho de que existe también una íntima relación entre el sector automotriz al sector aeroespacial no es ningún misterio. La relación entre ambos se puede entender a través de varias conexiones. En primer lugar, ambas industrias comparten muchas tecnologías y procesos de fabricación similares. Por ejemplo, la producción en masa de piezas de metal, la construcción de estructuras ligeras y resistentes, el uso de materiales, la gestión de la cadena de suministro

<sup>2</sup> El Índice de Especialización Relativa de Galicia respecto de España se calcula a partir de ratio entre el peso relativo de un sector dentro del PIB regional y su peso relativo en el PIB nacional. Se considera que la región está especializada en un cierto sector, cuando el valor del índice es superior a 1.

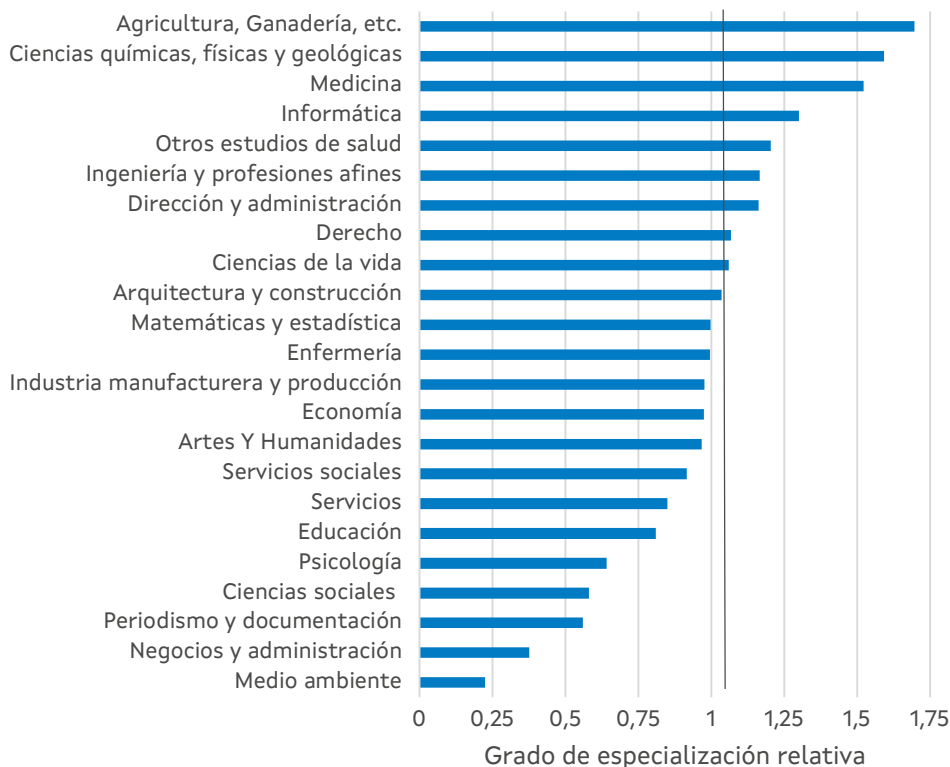
y la implementación de sistemas de control de calidad, entre otros, son áreas donde ambas industrias tienen experiencia y conocimientos comunes. Además, el sector automotriz ha sido clave en el desarrollo de la ingeniería mecánica y la tecnología de motores, y muchas de estas innovaciones se han aplicado en la industria aeroespacial. Otra conexión importante es el enfoque en la eficiencia y la reducción del peso en ambos sectores. La necesidad de mejorar la eficiencia en el consumo de combustible en la industria automotriz ha llevado al desarrollo de materiales más ligeros y a la optimización de los procesos de producción. Estos avances han sido aplicados en la industria aeroespacial, donde la reducción de peso es crucial para lograr un rendimiento óptimo y una mayor eficiencia energética. Finalmente, el sector automotriz y la industria aeroespacial han sido impulsores de la innovación en la electrónica y los sistemas de información, comunicación y control. Los vehículos modernos y los aviones dependen cada vez más de sistemas electrónicos avanzados para el control y la seguridad, lo que ha llevado al desarrollo de nuevos sistemas y tecnologías que han sido transferidos a ambos sectores.

El caso de Galicia no es la excepción. Prueba de ello es el hecho de que casi la cuarta parte de los miembros o colaboradoras del Consorcio Aeronáutico Gallego (CAG) pertenecen también al Clúster de Automoción y Movilidad de Galicia (CEAGA). Algunas de ellas dando claramente el salto entre sectores, como es el caso de la empresa UTINGAL o Delta Vigo.

La trayectoria industrial de la región ha generado un importante tejido empresarial en sectores como la automoción, la energía, la construcción naval y la metalurgia, entre otros, que demandan profesionales altamente cualificados en ingeniería. Esto ha contribuido a la formación de una fuerza laboral altamente especializada en este campo. Es por este motivo que Galicia cuenta con una larga tradición en la formación de ingenieros y es reconocida por la calidad de su educación en este campo. La Universidad de A Coruña, la Universidad de Santiago de Compostela y la Universidad de Vigo ofrecen programas de ingeniería altamente valorados en España y en el extranjero.

Resulta interesante analizar el grado de especialización de la fuerza de trabajo en la región, en comparación con España. En la Figura 3, se muestra el grado de especialización relativa por titulaciones.

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



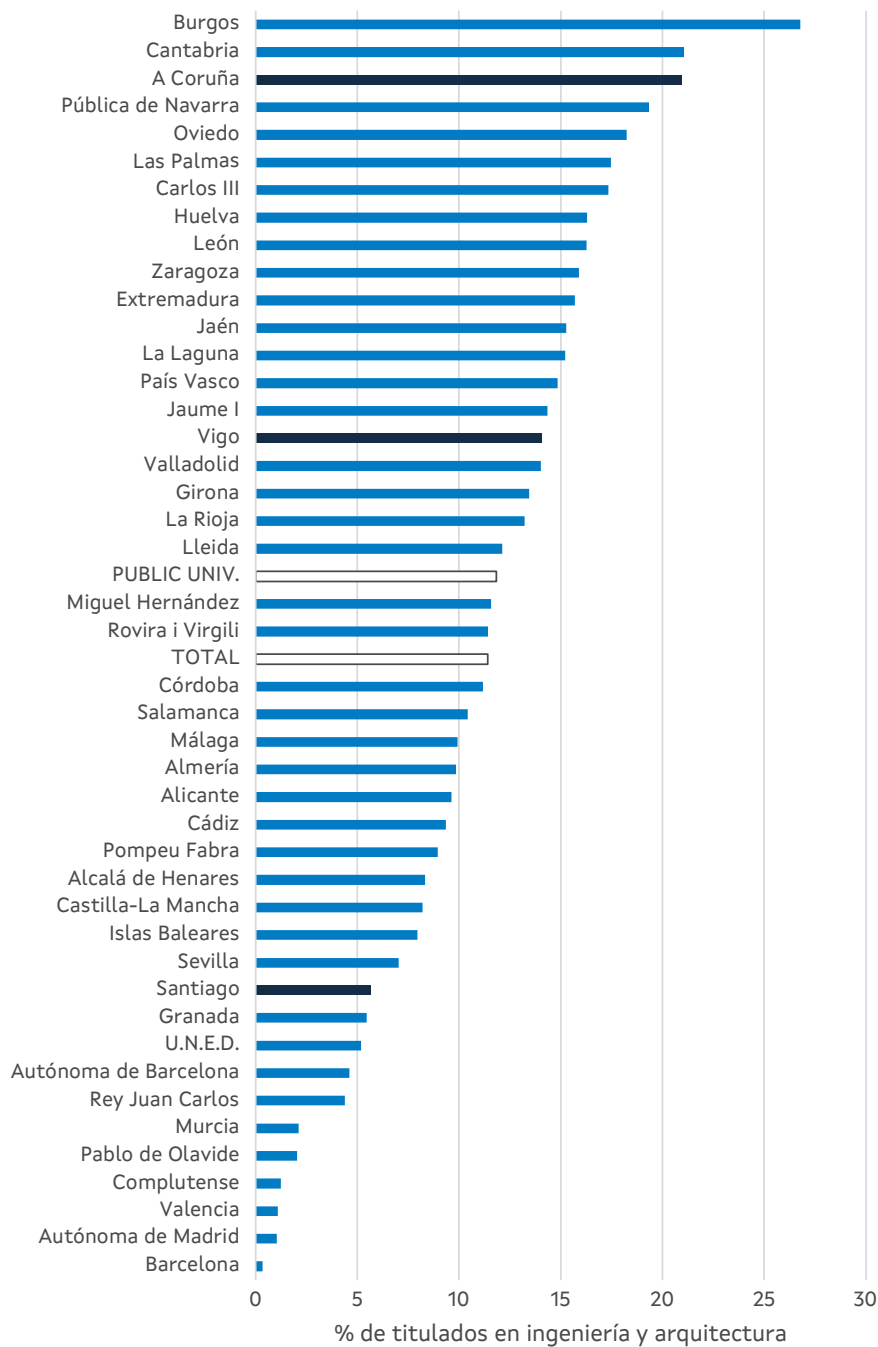
Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de inserción laboral de titulados universitarios (INE-2019).

Puede verse que el perfil de Galicia, comparado con el de España, tiene una fuerte inclinación hacia el ámbito científico y tecnológico, predominando los alumnos titulados en áreas como Ciencias químicas, físicas y geológicas, Medicina (y otros estudios de salud), Informática, Ingeniería y profesiones afines, y Ciencias de la vida. En todas estas titulaciones Galicia muestra un

grado mayor que el resto de España (dado que su índice de especialización relativa es mayor a la unidad).

Este dato se ve reforzado por el perfil de los estudiantes de las universidades públicas españolas. En la Figura 4, se muestra el porcentaje de titulados en el área de ingeniería y arquitectura por cada universidad pública.

**Figura 4.** Estudiantes de ingeniería y arquitectura en las universidades públicas españolas



Fuente: Elaboración propia con datos de la Estadística de la Enseñanza Universitaria en España (INE-2011).

Puede verse que dos de las tres universidades gallegas (especialmente la Universidad de A Coruña, seguida por la Universidad de Vigo) concentran una proporción de estudiantes en este campo muy por encima de la media de las universidades públicas españolas (U. PUBLICAS), y también por encima de la media de todas las universidades, tanto públicas como privadas (TOTAL).

Estos datos muestran una visión panorámica de las capacidades de la fuerza laboral gallega, y de su potencial en el impulso de las actividades productivas intensivas en el uso de conocimiento y tecnología.

Por supuesto, este perfil de capacidades tiene también un impacto importante en la creación de empresas de la región. Por otra parte, no debemos olvidar que el éxito del sector aeronáutico se basa en su rápido progreso tecnológico, y este cambio tecnológico proviene de sectores muy variados fuera de la actividad de construcción aeronáutica y espacial. Aunque en muchos estudios se habla de las actividades relacionadas con el sector aeroespacial, no existen esfuerzos empíricos para detectar estos sectores afines a partir de los datos disponibles sobre las actividades de las empresas a nivel mundial. A continuación, ofrecemos este análisis para, posteriormente, mostrar cómo es la evolución reciente del emprendimiento en estos sectores en Galicia. En secciones anteriores, hemos estudiado el potencial de Galicia en el sector aeroespacial debido a su trayectoria industrial y el desarrollo de capacidades en el ámbito de la ingeniería. El análisis que mostraremos a continuación permitirá ver si estas capacidades están siendo dirigidas hacia estos sectores.

Para la realización de este análisis es necesario definir, en primera instancia, qué sectores consideraremos como los más relacionados con la actividad aeroespacial. Para tal fin, hemos tomado los códigos secundarios de la actividad económica de las empresas registradas públicamente en el sector de Construcción aeronáutica y espacial a nivel mundial (Bureau van Dijk, 2021), lo cual nos permitirá ver qué sectores son preferente integrados de manera vertical con la construcción aeronáutica. Esta integración vertical es sin duda la mejor forma de aproximarnos a la cadena de valor mundial del sector aeroespacial. Además de ser un buen indicador de la cadena de valor de un sector económico cualquiera (Richardson, 1972), en el caso de los sectores más innovadores es posible que las empresas decidan integrar (es decir, internalizar) más proceso de dicha cadena de valor debido a los problemas de apropiación de beneficios relacionados con la propiedad intelectual (Teece, 1986). En este sentido, la integración vertical (medida a partir de los códigos secundarios de actividad de la empresa) es un indicador especialmente bueno de las actividades íntimamente relacionadas con un sector cuando éste es un sector

innovador. Así, aunque muchas de las actividades que realizan las empresas de construcción aeronáutica y espacial sean "externalizadas", al ser un sector de alta tecnología encontraremos a varias de ellas que decidan internalizar dichas actividades para proteger sus innovaciones tecnológicas.

Una vez hecha la selección de sectores relevantes, analizaremos la creación de empresas en estos sectores en Galicia, en comparación con el caso español. Pero antes, explicaremos brevemente el procedimiento de selección de estos sectores.

En esta búsqueda de los sectores relevantes, hemos seleccionado a todas las empresas del sector aeronáutico (CNAE 303) registradas en la base de datos Orbis (Bureau van Dijk, 2021), para recabar todos los sectores de actividad secundarios que éstas reportan. Esto nos permite saber qué actividades tienden a integrar de forma vertical las empresas del sector, lo cual proporciona una idea aproximada de su cadena de valor. La búsqueda arrojó un total de 57.483 empresas, de las cuales el 55% reporta más de un sector de actividad (algunas llegan a reportar más de cuarenta). Por supuesto, el hecho de que una empresa del sector aeroespacial reporte una actividad secundaria no quiere decir necesariamente que esta actividad pertenezca a la cadena de valor de la fabricación de productos aeroespaciales. Por ejemplo, alguna empresa podría dedicarse a la producción de automóviles como actividad secundaria, pero aunque existe una relación en las bases de conocimiento implicadas en ambas actividades, no podemos decir que pertenezcan a la misma cadena de valor. Así, sólo consideraremos aquellos sectores secundarios que aparezcan de manera más recurrente (al menos 100 apariciones dentro de la base de datos), y se relacionen con alguna de las partes del proceso de fabricación de productos aeroespaciales: I+D y diseño; partes y componentes (software, componentes electrónicos, componentes mecánicos, etc.); subsistemas, y su integración (Bamber, Frederick & Gereffi, 2016). En este sentido, hemos eliminado de la selección todas aquellas actividades que caen fuera de este proceso, como por ejemplo actividades de formación o comercialización. Adicionalmente, dado que el foco de la política de innovación está en las actividades de alta o media-alta tecnología, o en los sectores intensivos en el uso de conocimiento, hemos centrado nuestra atención en dichos sectores (ya que, por ejemplo, algunas empresas constructoras de aeronaves también se centran en actividades menos intensivas en el uso de tecnología y conocimiento, como son las actividades de transporte, alquiler o almacenamiento, entre otras, que entendemos que no son el objetivo de la política de impulso a un polo de desarrollo en el sector aeronáutico. Finalmente, aunque contamos con un nivel de desagregación de 4 dígitos de CNAE, hemos



optado por una desagregación a 2 dígitos, tal y como se hace en los estudios de actividades "relacionadas" entre sí (Frenken, Van Oort & Verburg, 2007), lo cual nos da un espectro más amplio del tipo de capacidades asociadas a la industria aeronáutica.

En el Cuadro 1, se muestran los sectores que resultaron más relevantes en nuestra búsqueda, divididos en sectores manufactureros de alta y media-alta tecnología (izquierda) y servicios intensivos en conocimiento (derecha). Por supuesto, dentro de ellos está la Fabricación de otro material de transporte, dentro del que se incluye la construcción aeronáutica y espa-

cial. Aunque esta relación resulta obvia, hemos decidido incluirla dentro de la selección por dos motivos. El primero es que, como mencionamos antes, la investigación científica considera como actividades/capacidades "relacionadas", aquellas que compartan clasificación a 2 dígitos del código CNAE. El segundo es que una de las actividades secundarias más recurrentes de las empresas del sector aeroespacial en nuestra base de datos es la Fabricación de otro material de transporte n.c.o.p. (Código NACE 3099), lo cual confirma la relación entre actividades con el mismo código CNAE a 2 dígitos.

**Cuadro 1.** Actividades más relacionadas al sector de construcción aeronáutica y espacial

CNAE 09	Industria de alta y media-alta tecnología	CNAE 09	Servicios intensivos en el uso de conocimiento
26	Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	80	Actividades de seguridad e investigación
30	Fabricación de otro material de transporte (excl. 303)	62	Programación, consultoría y otras actividades relacionadas con la informática
28	Fabricación de maquinaria y equipo (excl. maquinaria y equipo eléctrico)	71	Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería; ensayos y análisis técnicos
27	Fabricación de material y equipo eléctrico	74	Otras actividades profesionales, científicas y técnicas
29	Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques	72	Investigación y desarrollo
		70	Actividades de consultoría de gestión empresarial

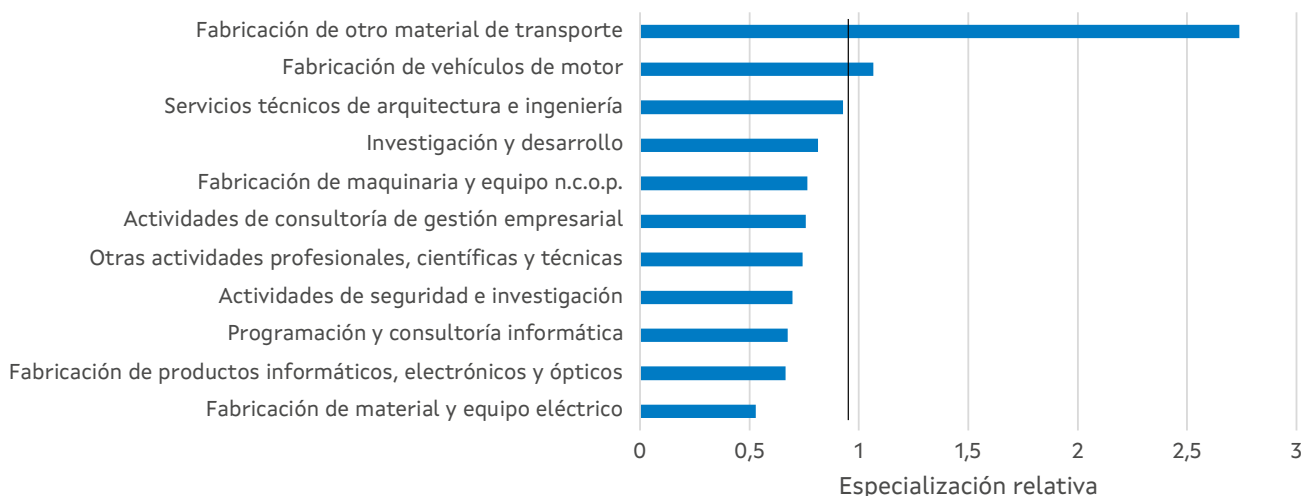
Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de Orbis (Bureau van Dijk, 2021).

Dentro del total de empresas registradas a nivel mundial (57.483), el 18,7% declaró como actividad secundaria la fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos (especialmente la fabricación de instrumentos y aparatos de medida, verificación y navegación). Esta cifra está muy por encima del resto de sectores asociados, lo que muestra la altísima relación del sector aeronáutico con esta actividad. Le sigue la fabricación de maquinaria y equipo (y, muy especialmente, la fabricación de bombas y compresores). Dentro de los servicios intensivos en el uso de conocimiento, destaca la importancia de la programación y consultoría informática. El resto de sectores que figuran en el cuadro tienen un peso relativo similar. No obstante, esto sin duda no se debe a su menor relevancia para la actividad de construcción aeroespacial, sino a que en muchas ocasiones estos servicios suelen externalizarse.

Una vez identificadas las actividades más relacionadas con el sector aeroespacial, estudiaremos la situación actual y evolución reciente de esta actividad emprendedora en Galicia. En la Figura 5, se muestra el índice de especialización relativa de Galicia en el establecimiento de empresas para cada sector detectado como "relevante" en el análisis previo. No resulta extraño el hecho de que Galicia muestre una especialización relativa mayor que España (es decir, un índice mayor que la unidad) en la creación de empresas en los sectores de fabricación de otro material de transporte (debido especialmente a la construcción naval) y de fabricación de vehículos de motor. En este sentido, los datos muestran una especialización más relacionada con la historia industrial gallega que con la industria aeroespacial.



**Figura 5.** Especialización relativa de Galicia en actividades relacionadas al sector aeroespacial, a partir del número de establecimiento por sector



Fuente: Elaboración propia con datos del Directorio Central de Empresas (INE, 2021).

No obstante, el análisis dinámico muestra datos interesantes. En la Figura 6, se ofrece información sobre la evolución de la especialización relativa de Galicia en los sectores relacionados con el sector aeroespacial en el periodo 2013-2020.

Puede verse que existe un proceso de cambio importante en el emprendimiento en sectores fundamentales como la programación y consultoría y la fabricación de productos informáticos.

**Figura 6.** Evolución de la especialización relativa de Galicia en actividades relacionadas al sector aeroespacial



Fuente: Elaboración propia con datos del Directorio Central de Empresas (INE, 2021).

Teniendo en cuenta esta base industrial y de conocimiento, es momento de centrarnos en el estado actual y evolución reciente del sector aeroespacial gallego.



2

# Internacionalización del sector aeroespacial en Galicia





# 2

## Internacionalización del sector aeroespacial en Galicia

### 2.1. Dimensión y evolución del sector aeroespacial gallego

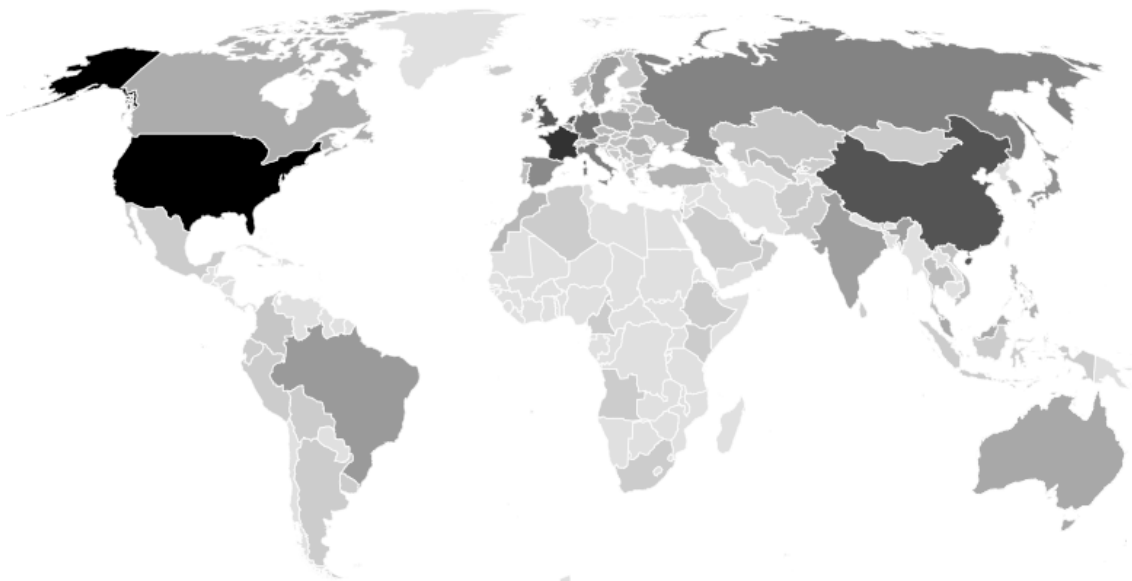
Por su intensidad de uso de conocimiento y tecnológica, el sector aeroespacial es una de las industrias con mayor concentración de la actividad económica. De acuerdo con la base de datos de Bureau van Dijk (2021), diez países concentran más del 90% de las ventas totales del sector. Dentro de esta alta concentración España ocupa un lugar privilegiado, situándose en la novena posición a nivel mundial, y en el quinto puesto dentro de la Unión Europea, con aproximadamente 1.5% de las ventas globales.

En la Figura 7, se muestra esta concentración considerando la cifra de negocio de las empresas registradas en el sector aeroespacial. Estados Unidos concentra

cerca del 40% de la facturación del sector, seguido de Europa, liderada por Francia, Reino Unido, Alemania, Países Bajos, Italia y España. Estos seis países tienen conjuntamente una participación en el mercado similar a la de Estados Unidos. Fuera de Europa, destacan China, Rusia, India, Brasil, Japón, Corea y Australia, entre otros (Bureau van Dijk, 2021).

Por supuesto, la cifra de negocio de las empresas cuya actividad principal es la construcción aeronáutica puede dar lugar a imprecisión, debido a que muchas de estas empresas se dedican también a otro tipo de actividades.

*Figura 7. Distribución geográfica de la facturación del sector aeroespacial*

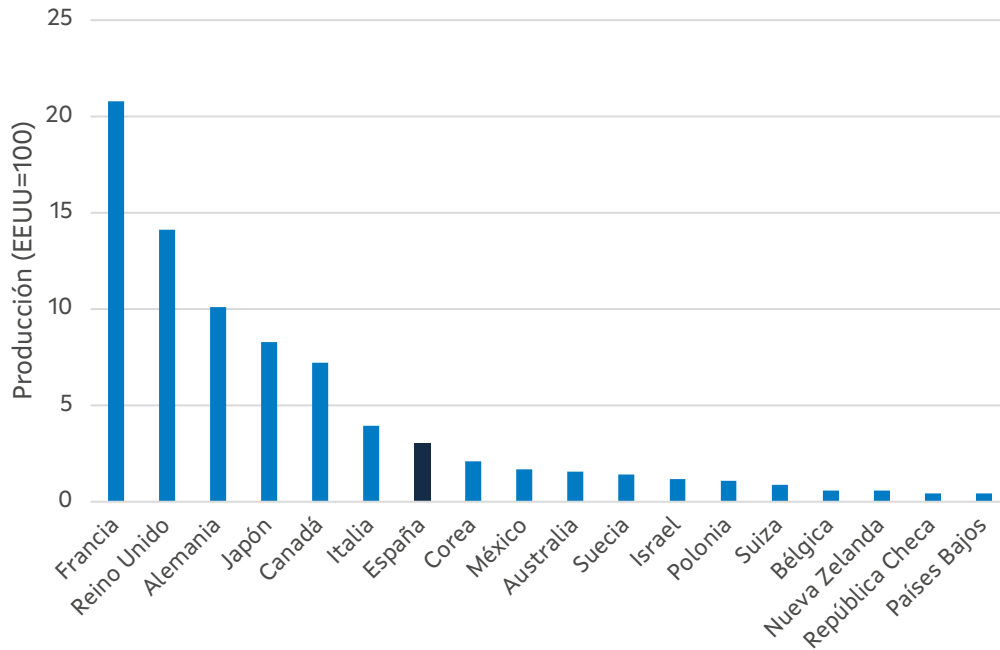


Fuente: Elaboración propia con la base de datos Orbis (Bureau van Dijk, 2021).

Por tal motivo, para contar con datos más precisos sobre la actividad del sector es necesario utilizar fuentes de datos agregados como la OCDE. Desafortunadamente, esta fuente deja fuera algunas de las economías que son actores importantes en el sector como China, India o Brasil.

Por otra parte, resulta interesante estudiar la relevancia del sector al interior de las economías líderes (Figura 9). En este caso puede verse que el sector aeronáutico es especialmente importante en el caso de Francia, donde el valor de la producción representa más del 3% de PIB. Esta cifra está por encima del 1.3% (aprox.) de Estados Unidos, Reino Unido y Canadá. Para el caso de España, esta cifra merodea el 0,9%.

**Figura 8.** Producción del sector aeronáutico en los países de la OCDE (Estados Unidos=100)

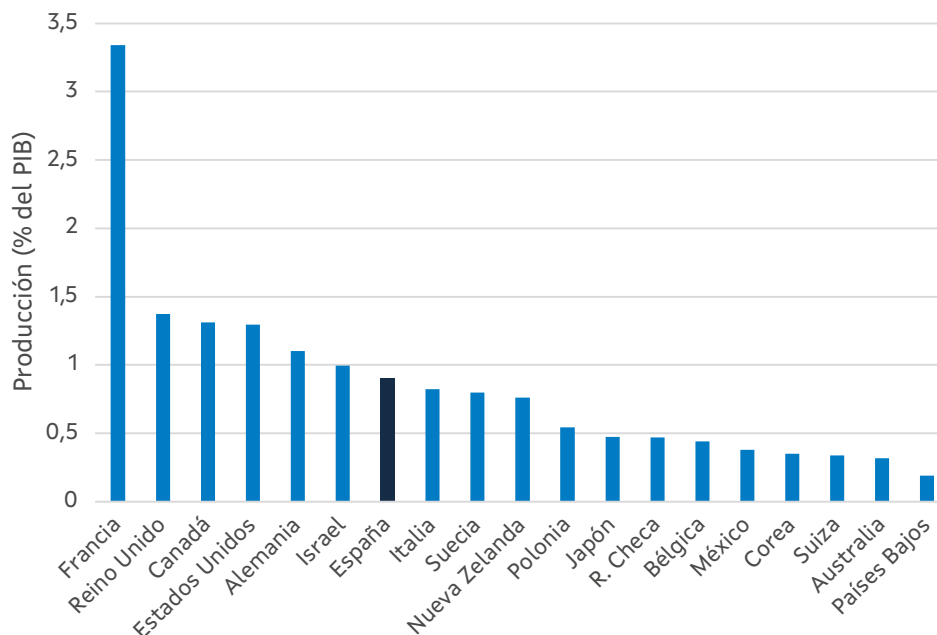


Fuente: Elaboración propia a partir de la STAN Industrial Analysis (OCDE, 2020).

En la Figura 8, se muestra la producción a precios de mercado del sector aeroespacial, como porcentaje de la producción de los Estados Unidos. Estas cifras muestran claramente el liderazgo español, situándose en la quinta posición a nivel europeo.

Por otra parte, resulta interesante estudiar la relevancia del sector al interior de las economías líderes (Figura 9). En este caso puede verse que el sector aeronáutico es especialmente importante en el caso de Francia, donde el valor de la producción representa más del 3% de PIB. Esta cifra está por encima del 1.3% (aprox.) de Estados Unidos, Reino Unido y Canadá. Para el caso de España, esta cifra merodea el 0,9%.

**Figura 9.** La relevancia de la producción aeronáutica (% del PIB).

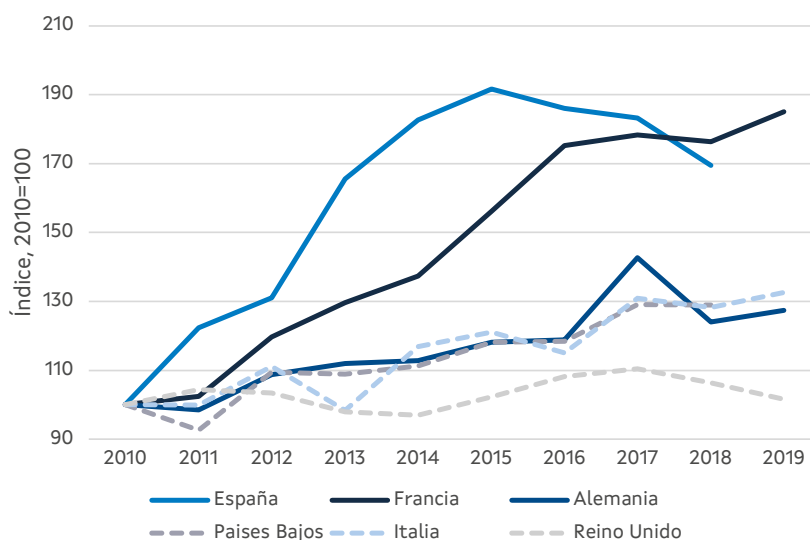


Fuente: Elaboración propia a partir de la STAN Industrial Analysis (OCDE, 2020).

Entre los países europeos con una mayor actividad dentro del sector aeroespacial, son España y Francia los que han mostrado más dinamismo en años recientes. En la Figura 10, se observa la dinámica de la producción, por país, tomando como base el año 2010.

Aunque algunas regiones de España tienen mucho mayor volumen de actividad en el sector aeroespacial que Galicia, como es el caso especialmente de Madrid y Andalucía (debido a la importante presencia de Airbus), en años recientes Galicia se ha mostrado como una de las regiones de España con mayor crecimiento de la actividad y competitividad en este ámbito.

**Figura 10.** Crecimiento de la producción en el sector aeroespacial (Índice, 2010=100)



Fuente: Elaboración propia a partir de la STAN Industrial Analysis (OCDE, 2020).

Así, resulta notable el hecho de que, siendo España uno de los países con mayor crecimiento en el sector aeroespacial en Europa, Galicia no se ha quedado atrás en este periodo de expansión. En la Figura 11, se muestra cómo Galicia ha pasado de una incipiente actividad en este sector, a llegar al 0,1% de su PIB. Por supuesto, su proporción dentro del PIB es la décima

parte de lo que representa este sector para el PIB total nacional. No obstante, es importante dimensionar esta cifra considerando el importante volumen de actividad en España proveniente de las ventas de la empresa Airbus, cuya presencia en Galicia es aún hoy en día un proyecto de futuro.

**Figura 11.** La producción aeroespacial en Galicia y España (% del PIB)



Fuente: Elaboración propia con la base de datos Orbis (Bureau van Dijk, 2021).

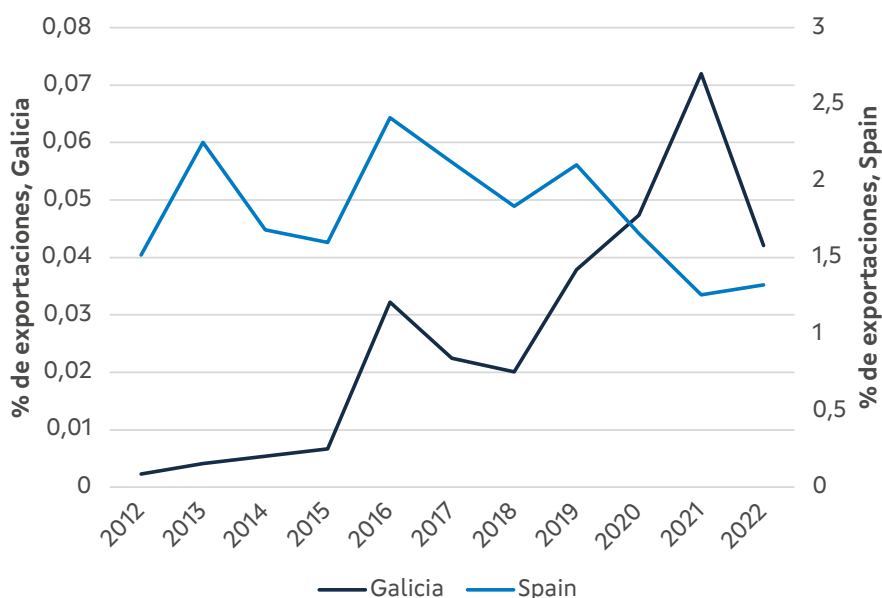


## 2.2. Internacionalización del sector aeroespacial gallego

Aunque las cifras de producción pueden ser esperanzadoras, el dato que muestra de manera más convincente la creciente competitividad de esta actividad en Galicia es su internacionalización a partir de los datos de exportaciones. Al igual que en el caso de la producción, esta actividad exportadora es aún muy reducida,

teniendo en cuenta el volumen de exportaciones de Galicia desde sectores como el automotriz o la industria textil. No obstante, la dinámica es sin duda prometedora, creciendo a un ritmo más acelerado que el conjunto de las cifras nacionales (Figura 12).

**Figura 12.** Evolución de las exportaciones del sector aeroespacial en Galicia y España (% de las exportaciones)



Fuente: Elaboración propia a partir de las Estadísticas de comercio exterior de bienes de España (DataComex, 2022).

Dentro del total de exportaciones del sector, Andalucía lidera este rubro, al contar con una de las cuatro plantas de ensamblaje final de Airbus en el mundo, seguido de Madrid, que es sede de la tercera mayor factoría de Airbus (especializada en la fabricación de las piezas de la cola de los aviones). Entre ambas regiones concentran en torno al 85% de las exportaciones de la industria aeroespacial española. Este volumen sin duda opaca la participación del resto de comunidades españolas. No obstante, es importante destacar su relevante papel dentro de la industria aeroespacial mundial: incluso eliminando las exportaciones de Andalucía y Madrid, el total de exportaciones españolas en 2021 fue equivalente al volumen de las exportaciones de Japón (casi 600 millones de euros). En el Cuadro 2, se muestra la distribución porcentual

de las exportaciones españolas por comunidad autónoma. Adicionalmente, se ofrece el dato de variación porcentual entre los dos periodos analizados.

Puede verse que, detrás de Andalucía y Madrid, País Vasco, Baleares y Castilla La-Mancha juegan un papel relevante. Galicia no ocupa aún una posición muy relevante dentro de este espectro. No obstante, desde el punto de vista de la evolución del volumen de exportaciones, Galicia se encuentra entre las regiones más dinámicas del país. Entre los periodos 2013-2017 y 2018-2022, sus exportaciones se han casi cuadruplicado, pasando de 14 a 54 millones de euros. Sólo Asturias y Murcia crecieron a un ritmo más acelerado, aunque con un volumen de comercio sustancialmente menor que Galicia. Resulta también destacable el pa-

pel creciente de Castilla La Mancha, y el gran volumen de actividad que se desarrolla en Ilescas (Toledo), con la participación de importantes empresas como Airbus, Aernnova o Delta Vigo.

En este sentido, es destacable el papel de Galicia que,

aunque su posición dentro del ámbito de la industria aeroespacial sigue siendo modesto, se muestra como una de las regiones más dinámicas desde el punto de vista de la competitividad en un sector intensivo en el uso de tecnología y conocimiento, y en uno de los países más dinámicos dentro del sector.

**Cuadro 2.** Exportaciones de Aeronaves, vehículos espaciales, y sus partes, por CCAA

CCAA	Exportaciones totales (%)		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

Fuente: Elaboración propia a partir de las Estadísticas de comercio exterior de bienes de España (DataComex, 2022).

Un factor fundamental para tener una referencia clara sobre las capacidades competitivas en el sector es el tipo de producción que se desarrolla en la región. A continuación, se ofrece un análisis detallado por tipo de producto.

En la última década, la producción aeroespacial en España ha experimentado una cierta diversificación. No obstante, en cifras relativas esta mayor diversificación se ha visto opacada por su creciente participación en el mercado mundial en la fabricación de grandes aeronaves. Anteriormente centrada en la fabricación de estructuras, la industria aeroespacial española ha ampliado su alcance para abarcar la fabricación de partes, simuladores, vehículos espaciales y no tripulados, entre otros. Esta evolución ha sido impulsada

por la inversión en investigación y desarrollo, así como por la colaboración con empresas internacionales y la participación en programas aeroespaciales internacionales. La fabricación de partes ha sido un área de crecimiento significativo en la industria aeroespacial española, con empresas especializadas en la producción de componentes clave, como motores, sistemas de aviónica y sistemas de control. Además, se ha observado un aumento en la fabricación de simuladores, que son herramientas esenciales para la formación de pilotos y el desarrollo de tecnología de vanguardia. Otro ámbito en el que España ha diversificado su producción aeroespacial es en la fabricación de vehículos espaciales, intensificando su colaboración internacional en este ámbito. Además, la industria aeroespacial española ha puesto en marcha proyectos relacionados

con vehículos no tripulados, que se utilizan en aplicaciones como la observación de la tierra, la vigilancia y la monitorización de infraestructuras.

Esta transformación de la actividad productiva en el sector se ha hecho patente en las capacidades competitivas de la industria española. Así, las exportaciones del sector también han sufrido importantes transformaciones. En el Cuadro 3, se presenta el desglose de las exportaciones de España por tipo de producto. Por supuesto, la fabricación de aeronaves grandes (más de 15 toneladas) domina las cifras de exportaciones, pasando de menos de dos terceras partes del valor

de las exportaciones totales, a más de tres cuartas partes entre los periodos 2013-2017 y 2018-2022. Aquí destaca el papel de Sevilla y Madrid, concentrando el 94% de las exportaciones de este tipo de aviones, lo que significa casi la mitad de las exportaciones españolas de todo el sector en el periodo 2018-2022.

Así, la especialización española se ha movido hacia los grandes aviones, partes de cometas y vehículos espaciales, las hélices, rotores y trenes de aterrizaje, los helicópteros de peso en vacío inferior a 2 toneladas, y las aeronaves no propulsadas con motor.

**Cuadro 3.** Exportaciones de Aeronaves, vehículos espaciales, y sus partes, por producto

Productos	Exportaciones totales (%)		Var. %
	2013-2017	2018-2022	
Globos y dirigibles, y demás aeronaves no 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
Aviones y aeronaves de peso inferior a 2000 kg	0,17	0,06	-68,9
Aviones y aeronaves de peso entre 2000 y 15000kg	17,6	5,0	-73,0
Aviones y aeronaves de peso superior a 15000 kg	31,7	49,9	48,8
Vehículos espaciales, de lanzamiento y suborbitales	0,41	0,54	23,5
Paracaídas (incl. los parapentes)	0,12	0,18	37,0
Aparatos y dispositivos para lanzamiento y aterrizaje de aeronaves y sus partes	0,10	0,09	-9,4
Simuladores de combate aéreo y sus partes	0,002	0,01	165,2
Simuladores de vuelo y sus partes (excl. los de combate aereo)	0,4	0,4	-14,1
UAV con un peso inferior a 250g	0,0	0,001	-
UAV con un peso entre 250g y 7kg	0,0	0,001	-
UAV con un peso entre 7 y 25kg	0,0	0,0001	-
UAV con un peso entre 25 y 150kg	0,0	0,01	-
UAV con un peso superior a 150kg	0,0	0,0001	-
Hélices y rotores, y sus partes	0,26	0,43	57,1
Trenes de aterrizaje y sus partes	0,58	0,89	44,5
Las demás partes de aviones, helicópteros o aeronaves no tripuladas	44,9	37,2	-21,5
Partes de cometas, y vehículos espaciales, de lanzamiento y suborbitales	3,0	4,7	49,2
Total	100,0	100,0	-

Fuente: Elaboración propia a partir de las Estadísticas de comercio exterior de bienes de España (DataComex, 2022).

Es importante señalar que las aeronaves no tripuladas se incorporaron como un apartado separado en la clasificación de productos en 2022. Anteriormente, este tipo de aeronaves se incluían dentro de los helicópteros y aviones, dependiendo su tamaño. Por lo tanto,

sólo contamos con datos certeros sobre su exportación en ese año.

A continuación, estudiaremos cómo se distribuyen las capacidades competitivas de Galicia en el sector

aeroespacial a partir de sus exportaciones y, por otra parte, qué tan singulares son estas capacidades dentro de España.

Hemos visto que la evolución de las exportaciones españolas está fuertemente encausada por la actividad económica de Andalucía y Madrid, y muy especialmente por la exportación de aeronaves grandes desde Sevilla y Madrid (en gran medida por la actividad de las dos grandes fábricas de Airbus).

En este sentido, como no podría ser de otra forma, este centro de gravedad de la actividad aeroespacial nacional tiene un efecto atractor de las actividades en el resto de las regiones de España. No obstante, como veremos más adelante, pese a esta inercia Galicia también tiene sus rasgos particulares desde el punto de vista de sus capacidades competitivas.

En el Cuadro 4, se muestran las exportaciones de España y Galicia, por productos. Para un mayor detalle en el análisis, se incluyen las exportaciones de cada una de las cuatro provincias de Galicia (A Coruña, Lugo, Ourense y Pontevedra). Para facilitar la lectura del cuadro, hemos incluido una escala de grises que resalte el valor del volumen absoluto de las exportaciones, de manera que el menor sea blanco y el mayor sea negro. Esta escala de grises se ha realizado por separado para tres grupos: España, Galicia y provincias. Así, podemos identificar por separado donde se concentran las capacidades competitivas para nivel administrativo.

Entre los periodos 2013-2017 y 2018-2022, España se ha especializado de manera más clara en la fabricación de aviones grandes, desplazando a un segundo puesto a las Partes de aeronaves (excluyendo las hélices, rotores y trenes de aterrizaje). En cualquier caso, en el periodo 2018-2022 estas dos actividades represen-

taron el 87,1% de las exportaciones españolas (como se desprende también del Cuadro 3). En este sentido, podemos decir que la historia reciente de la competitividad aeroespacial en España es más una historia de especialización (sorprendente, sin duda, por su volumen), que una historia de diversificación.

Por el contrario, las cifras cuentan una historia muy distinta en el caso del sector aeroespacial gallego. En primer lugar, entre los periodos estudiados las exportaciones casi se cuadruplican. Por otra parte, Galicia también pasa de una especialización concentrada en Parte de aeronaves (excluyendo las hélices, rotores y trenes de aterrizaje), seguida de lejos por la fabricación de aviones de peso medio-bajo, a colocar en el mercado internacional un volumen significativo de productos como aviones grandes (más de 15 toneladas) y helicópteros. Respectivamente, 22% y 17% de las exportaciones gallegas en el sector.

Desde el punto de vista de la localización de la actividad, también se observa una ruta hacia la diversificación. Ourense, que concentraba el 60% de las exportaciones en el periodo 2013-2017 (especialmente con la fabricación de Parte de aeronaves), pasó a concentrar sólo el 25% en el periodo 2018-2022. En este último periodo, en ese mismo sector apareció con mucha fuerza la actividad exportadora desde la provincia de Pontevedra, que también comenzó a exportar helicópteros de peso en vacío superior a 2 toneladas. Por otra parte, en A Coruña se dinamizaron las exportaciones de aeronaves de más de 15 toneladas. Pero quizá uno de los cambios más sorprendentes es la aparición en escena de la provincia de Lugo, que paso de una actividad incipiente en el periodo 2013-2017, a contribuir con más del 10% a las exportaciones de Galicia a través de la colocación de helicópteros de un peso en vacío inferior a las 2 toneladas.

**Cuadro 4. Exportaciones de Aeronaves, vehículos espaciales, y sus partes, en España y en Galicia, por producto y provincia (miles de euros)**

Producto	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 y dirigibles, y demás aeronaves no 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
Aviones y aeronaves de peso inferior a 2000 kg	44.220	13.757	1.586	60	63	0	33	0	0	0	1.491	60
Aviones y aeronaves de peso entre 2000 y 15000kg	4.480.482	1.210.556	1.595	0	1.595	0	0	0	0	0	0	0
Aviones y 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 espaciales, de lanzamiento y suborbitales	105.119	129.821	0	365	0	0	0	0	0	0	0	365
Paracaídas (incl. los parapentes)	31.276	42.863	9	0	9	0	0	0	0	0	0	0
Aparatos y dispositivos para lanzamiento y aterrizaje de aeronaves y sus partes	25.200	22.839	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Simuladores de combate aéreo y sus partes	455	1.207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Simuladores de vuelo y sus partes (excl. los de combate aereo)	102.808	88.330	1	9	0	9	0	0	0	0	1	0
UAV con un peso inferior a 250g	0	308	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UAV con un peso entre 250g y 7kg	0	245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UAV con un peso entre 7 y 25kg	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UAV con un peso entre 25 y 150kg	0	1.523	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UAV con un peso superior a 150kg	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hélices y rotores, y sus partes	66.263	104.095	165	125	0	0	0	0	0	0	165	125
Trenes de aterrizaje y sus partes	148.346	214.300	74	137	0	0	0	0	0	1	74	136
Las demás partes de aviones, helicópteros o aeronaves no 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, y vehículos espaciales, de lanzamiento y suborbitales	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>

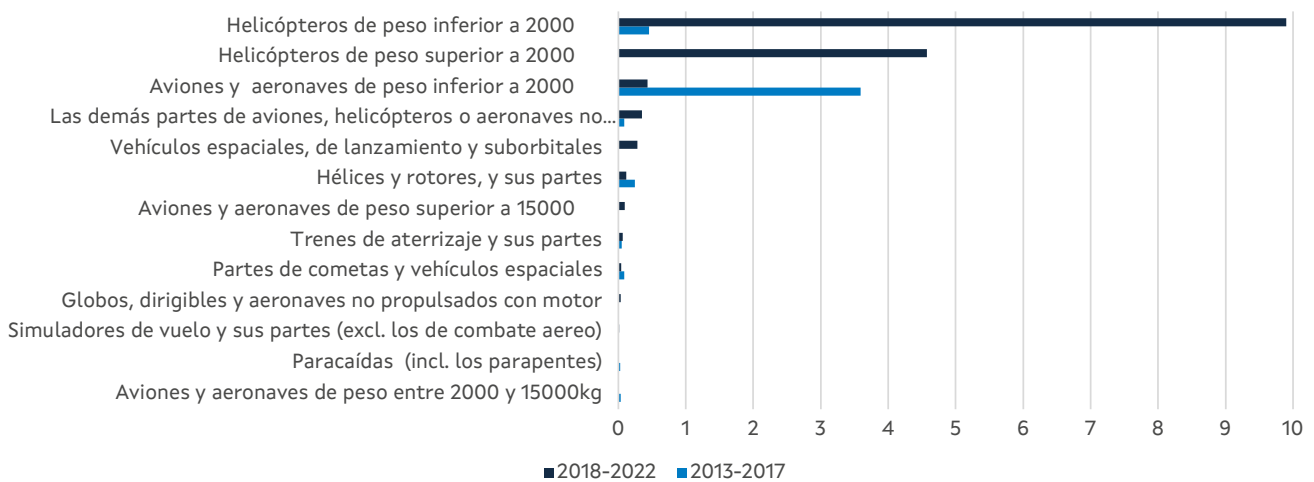
Fuente: Elaboración propia a partir de las Estadísticas de comercio exterior de bienes de España (DataComex, 2022).

Desde el punto de vista de la singularidad de las capacidades gallegas en el sector aeronáutico, destacan de manera importante las exportaciones de helicópteros pequeños. Aunque su volumen en términos absolutos dentro del total de exportaciones del sector es muy pequeño, las exportaciones gallegas en este rubro representaron casi el 10% de las exportaciones españo-

las de este tipo de producto en el periodo 2018-2022, tal y como se muestra en la Figura 13.

En segundo lugar, están los helicópteros de peso mayor a 2 toneladas, seguido de los aviones pequeños, y las partes de aeronaves.

**Figura 13.** Exportaciones gallegas de Aeronaves, vehículos espaciales, y sus partes, dentro del total nacional (porcentajes)



Fuente: Elaboración propia a partir de las Estadísticas de comercio exterior de bienes de España (DataComex, 2022).

La aparición de Lugo en la exportación de helicópteros de menor tamaño transformó también el mapa de la competitividad a nivel nacional en este rubro. En la Figura 14, se muestra esta transformación. Puede verse que en el periodo 2013-2017 la fabricación de este producto estaba dominada por Cataluña y Valencia, seguidos de Andalucía y Madrid. En el periodo 2018-2022, pierde protagonismo Andalucía, Madrid, Valencia y Castilla y León, mientras que aparece Castilla-La Mancha y, muy especialmente, Galicia que pasa de la novena a la tercera posición, desbancando a Baleares,

Andalucía, Madrid, Castilla y León, País Vasco y Castilla-La Mancha. Cataluña y C. Valenciana se mantienen como líderes en ambos periodos (2013-2017 y 2018-2022), aunque la primera duplica sus exportaciones y se despega de la segunda, cuyas exportaciones caen en un 22%. Entre los periodos 2013-2017 y 2018-2022, Galicia multiplica sus exportaciones casi por treinta. Sólo Aragón tiene una tasa de crecimiento mayor que Galicia, pero su actividad exportadora equivale a penas el 5% de las exportaciones gallegas.

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



Fuente: Elaboración propia a partir de las Estadísticas de comercio exterior de bienes de España (DataComex, 2022).

Esta información resulta muy relevante desde el punto de vista de la apuesta de política del gobierno regional en torno al desarrollo de servicios para aeronaves no-tripuladas. Recordemos que antes de 2022 este tipo de aeronaves se incluían conjuntamente en la clasificación de aviones y helicópteros. No obstante, existen motivos para pensar que buena parte de estos helicópteros son tripulados, ya que en 2022 se exportó desde Lugo la tercera parte de volumen exportado de estos productos durante el periodo 2018-2022.

En cualquier caso, la fabricación de helicópteros pequeños y drones comparte, sin duda, muchas similitudes en términos de ingeniería, tecnología de materiales, sistemas de control, procesos de fabricación y regulaciones. La experiencia y conocimientos adquiridos en la fabricación de helicópteros pueden ser aplicables y beneficiar a la fabricación de drones, lo que puede resultar en sinergias y eficiencias en la producción de ambas aeronaves. Por una parte, la fabricación de helicópteros y drones requiere conocimientos especializados en ingeniería aeroespacial, incluyendo aerodinámica, estructuras, sistemas de propulsión y aviónica. Las empresas que fabrican helicópteros sue-

len tener una amplia experiencia en el diseño y la ingeniería de aeronaves, lo cual puede ser aplicable en la fabricación de drones. A su vez, la fabricación de helicópteros y drones implica el uso de materiales avanzados y tecnología de materiales para crear aeronaves ligeras pero resistentes. Las investigaciones y avances en tecnología de materiales realizados para la fabricación de helicópteros, como compuestos de fibra de carbono y aleaciones de aluminio, también pueden ser aplicables en la fabricación de drones. Por otra parte, los sistemas de control y aviónica son componentes esenciales tanto en helicópteros como en drones. La experiencia en el diseño y fabricación de sistemas de control y aviónica para helicópteros puede ser transferible a la fabricación de drones, ya que ambos tipos de aeronaves requieren sistemas electrónicos y de comunicación sofisticados para su operación. Adicionalmente, ambos, helicópteros y drones, están sujetos a regulaciones y certificaciones en la industria aeroespacial. Las empresas que ya están familiarizadas con los procesos de certificación y regulación para la fabricación de helicópteros pueden tener una ventaja al fabricar drones, ya que muchos de los mismos principios y normas son aplicables a ambas aeronaves.





3

**Hacia la  
internacionalización  
de la industria  
aeroespacial en Galicia**





# 3

## Hacia la internacionalización de la industria aeroespacial en Galicia

### 3.1 Retos de la industria aeroespacial

La estrategia de convertirse en un actor relevante en el ámbito global requiere de un ejercicio de prospectiva para trazar una hoja de ruta. En el diseño de una política de innovación de este tipo, es fundamental sondear qué caminos alternativos ofrece el futuro y saber cuál de ellos será más fácil recorrer con el conocimiento y experiencia actuales. En este sentido, el primer paso es preguntarnos hacia dónde se dirige el sector aeronáutico. Con base en discusiones con agentes relevantes del sector aeroespacial, y en la revisión de la investigación científica reciente sobre el sector aeroespacial, hemos detectado algunos retos de cara al futuro.

El primero de ellos es la transformación de la manufactura con el desarrollo de materiales. Muchos avances se han hecho recientemente en el desarrollo de nuevas aleaciones que ya están siendo fabricadas para el sector con singulares ventajas. Los composites, por ejemplo, desempeñan un papel cada vez más importante en la manufactura de aeronaves. Sin embargo, los nuevos materiales siguen enfrentándose a retos importantes como son unas propiedades mecánicas insuficientes, el desgaste por rozamiento, el agrietamiento por corrosión, etc. La investigación y desarrollo en el sector tiene en este reto una importante senda para recorrer en el futuro (Zhang, Chen & Hu, 2018).

También la revolución digital está impulsando cambios significativos en los procesos de manufactura, y el sector aeroespacial no es la excepción. Cambios como la fabricación por adición (impresión 3D) y otras transformaciones en la producción automatizada encausarán el futuro del sector. No obstante, la fabricación por adición se enfrenta a diversos retos como, por ejemplo, la certificación de piezas y control de calidad, la producción de grandes volúmenes, poca variedad de los materiales utilizados, inserción en la

cadena de suministro, coste de la maquinaria, entre otros (Blakey-Milner, et al., 2021).

Otro reto importante, es la transformación hacia la sostenibilidad ambiental de la cadena de valor de la industria aeroespacial (Ruiz-Benitez, López & Real, 2017). Su alta huella ecológica dirige la investigación hacia la búsqueda de nuevas tecnologías que incrementen el uso eficiente de energía, lo que es un objetivo que podría marcar la trayectoria reciente de la industria.

Adicionalmente, otro desafío está en el requerimiento y gestión de datos. La industria aeroespacial involucra, entre otras cosas, estructuras, cadenas de suministro y tráfico aéreo que requieren de una importante producción y procesamiento de información. El movimiento de la industria hacia la gestión de aeronaves pilotadas a distancia y aeropuertos inteligentes se acelera, lo cual también genera retos relativos a la ciberseguridad (Ukwandu, et al., 2022). El desarrollo de las nuevas tecnologías está haciendo que la capacidad para generar más y mejor información exceda rápidamente la habilidad de los sistemas actuales para gestionarla de manera eficiente (Badea, Zamfiroiu & Boncea, 2018).

En el reto antes descrito, se enmarca la entrada en escena del desarrollo de las aeronaves no tripuladas (UAV o drones). Esto también ofrece el reto de gestionar un creciente volumen de datos en una industria ya de por sí intensiva en el uso y procesamiento de información, como comentamos anteriormente. Así, por ejemplo, algunos retos son el desarrollo de sistemas mejorados para detectar aeronaves, sistemas que permiten autonomía suficiente para llevar a cabo maniobras de evasión en caso de riesgo de colisión de forma autónoma, sistemas para la definición

de límites exactos del espacio a partir de sensores, la integración segura de drones en el espacio aéreo no segregado, su automatización mejorada sin la manipulación directa de un piloto en tierra, etc.

Todos estos retos se encuentran de alguna manera capturados en el Proyecto Estratégico para la Recuperación y Transformación Económica (PERTE) del

sector aeroespacial, impulsado por el Gobierno de España. En este sentido, Galicia tampoco parte de cero ya que uno de los proyectos líderes en el ámbito de su política regional de innovación, y su buque insignia en la política industrial para la transición tecnológica, se concentra en este último reto.

## 3.2. La política del sector aeroespacial en Galicia

En la última década, las políticas públicas han puesto la mira en el sector aeroespacial gallego. En 2012, El Instituto Nacional de Tecnología Aeroespacial (INTA) pone en marcha en Rozas (Lugo) el proyecto de crear un centro de investigación aeronáutica en materia de vehículos aéreos no tripulados (UAV). El Centro de Investigación Aerotransportada de Rozas (CIAR). Su objetivo es atraer a la industria para desarrollar y probar este tipo de vehículos y sus sistemas asociados. En aquel momento, se veían potenciales sinergias entre el desarrollo de estas tecnologías y la situación geográfica gallega (como, por ejemplo, los incendios forestales). En palabras del subdirector de experimentación y certificación del INTA en aquel entonces, algunas empresas gallegas, especializadas en la producción de helicópteros, mostraron su interés por atraer pruebas de helicópteros no tripulados al naciente centro.<sup>3</sup> Esta información resulta interesante, ya que vuelve a aparecer la relación de la industria local de helicópteros asociada al proyecto de transformación del sector aeroespacial gallego.

Basándose en la experiencia previa del gobierno en la estrategia de compra pública innovadora en el sector de salud, la Agencia Gallega de Innovación (GAIN) incluye en su Estrategia de Especialización Inteligente (RIS3), 2014-2020, la compra pública innovadora como instrumento de transformación tecnológica, y muestra su objetivo de impulsar una transición hacia sectores de mayor intensidad tecnológica y, especialmente, al sector aeroespacial. En 2016, se lanza la primera fase de la Civil UAVs Initiative (CUI) cuyo objetivo es la utilización de sistemas aéreos no tripulados (UAS en sus siglas en inglés) en el ámbito civil para la mejora de la prestación de los servicios públicos. Este primer

objetivo tiene detrás la ambiciosa meta de crear una nueva trayectoria industrial, anclando conocimiento y tecnologías nuevas en la región mediante políticas de demanda (Uyarra & Flanagan, 2022). Las políticas de esta iniciativa girarán en torno al CIAR, como punto de partida del naciente polo de desarrollo aeroespacial gallego. Esta iniciativa apuntó de manera directa a la búsqueda de grandes socios industriales en el sector, que activen y desarrollen el polo tecnológico, logrando involucrar a importantes empresas del sector como Airbus, Boeing, Indra, Babcock o Telespacio.

Cabe mencionar varias cuestiones respecto a este rumbo de la política. Como hemos visto al analizar los retos del sector aeroespacial, la política aeroespacial gallega se centra en uno de ellos, dejando fuera otros. Especialmente, esta política favorece dos áreas: las actividades de servicios intensivos en el uso de conocimiento, y la fabricación de aeronaves pequeñas y sus partes (dada la naturaleza "civil" del proyecto). Esto sin duda representa un reto para la industria local aeroespacial gallega especialmente involucrada en la cadena de suministros de la fabricación de grandes aeronaves. No obstante, de acuerdo con las consultas realizadas por el autor de este informe, la presencia de grandes empresas está proporcionando incentivos importantes para la reconversión de las actividades de la industria local en el sentido de los objetivos del CUI. No obstante, esta transición podría ser una de las inercias más difíciles de romper en este proyecto.

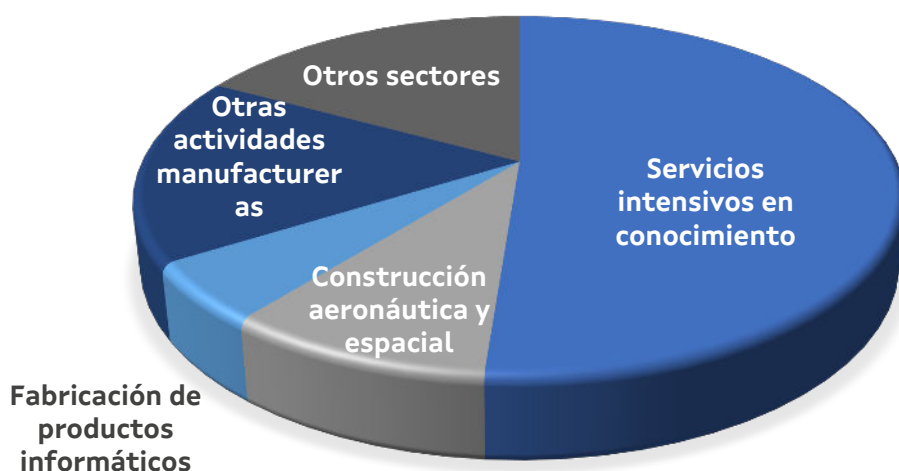
En cualquier caso, la elección de esta vía de desarrollo parece acertada debido a las capacidades desarrolladas por la trayectoria industrial gallega. Como vimos en secciones anteriores, Galicia cuenta con impor-

<sup>3</sup> La noticia puede consultarse en el siguiente enlace: [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)

tantes capacidades en el ámbito de la ingeniería, y la formación de empresas se encuentra en el camino del desarrollo de tecnologías y habilidades compatibles con la política actual de la región. Como hemos visto, la evolución de la especialización de Galicia en ámbitos como la programación y consultoría informática, los servicios técnicos de ingeniería o la fabricación de equipo informático (especialmente la fabricación de instrumentos y aparatos de medida, verificación y

navegación), dan cuenta del potencial en este campo. Por este motivo, no es casual que más de la mitad de las empresas que conforman la comunidad aeroespacial gallega se concentre en actividades de servicios intensivos en el uso de conocimiento. En la Figura 15, se muestra la distribución de las empresas que componen la comunidad aeroespacial gallega, por sector de actividad.

**Figura 15.** Comunidad aeroespacial gallega, por sector de actividad



Fuente: Elaboración propia con datos del Consorcio Aeronáutico Gallego y Bureau van Dijk (2021).

La coincidencia de la estructura empresarial de la comunidad aeroespacial gallega con la actual política regional se hace patente al analizar el tipo de licitaciones aprobadas en el marco de la iniciativa. En el Cuadro 5, se muestra la descripción de las licitaciones aprobadas para la compra pública de soluciones innovadoras en el marco de la CUI. Estas descripciones son un excelente indicador del objetivo de la iniciativa. Vemos ahí que aparecen como prioridad los sistemas de captura, integración y procesamiento de información.

Es decir, la prioridad son los sistemas, no las estructuras. La fabricación de drones es, en este sentido, un "medio" y no un "fin" para la CUI (al menos en su estado actual), aunque sin duda puede tener un efecto tractor de esta actividad al requerir el desarrollo de sistemas con especificaciones especializadas. No obstante, es de esperar que este efecto sea especialmente importante en la fabricación de pequeñas aeronaves, que es el foco de la fabricación de drones para fines civiles y no militares.

**Cuadro 5. Licitaciones aprobadas para la compra pública de soluciones innovadoras basándose en sistemas aéreos no tripulados en el marco de la Civil UAVs Initiative**

Demanda de soluciones en el marco de la Civil UAVs Initiative (CUI)
Desarrollo de plataforma que permita la <b>integración de todos los datos georreferenciados</b> capturados a partir de <b>sensores transportados por UAVs</b> con el fin de ser utilizados en las distintas aplicaciones de producción de información Geográfica.
Diseño de un sistema que permita la elaboración y edición de <b>bases topográficas a partir de los datos</b> capturados por los <b>sensores aerotransportados en UAVs</b> y en otros vehículos, tanto aéreos, náuticos y terrestres.
Diseño e implementación de un <b>sistema de soporte a la toma de decisiones</b> en materia de: diagnóstico territorial, planificación regional y planificación urbana.
Desarrollo de aplicativos para la <b>generación de información georeferenciada</b> sobre la masa forestal (tipología, crecimiento, evolución, etc.), la situación fitosanitaria de los bosques y el uso y características del suelo forestal.
Dotar a las embarcaciones de la flota pesquera gallega de un <b>sistema integral de seguridad a bordo</b> , salvamento marítimo y control de la actividad pesquera.
Automatización de muestreos oceanográficos mediante UAVs. <b>Sensorización de calidad</b> de aguas: marítimas y continentales.
Desarrollo de <b>equipamientos y sistemas</b> , que mejoren sensiblemente la <b>seguridad de su pilotaje y control</b> , orientados a su instalación en los vehículos aéreos no tripulados con el objetivo de disponer de un sistema experimental que permita probar con un nivel de seguridad suficiente operaciones conjuntas de varias aeronaves.

Fuente: Elaboración propia con información de la Web de la Agencia Gallega de Innovación (GAIN).

Es importante destacar que el interés de las grandes empresas está en línea con los objetivos de la iniciativa. Aunque su participación involucra la fabricación de drones, el principal objetivo es el desarrollo de sistemas. Muy especialmente, el desarrollo de vuelo autónomo de los UAS, sistemas para la integración de los drones con las demás aeronaves en el espacio aéreo (U-space), conectividad inteligente, interoperabilidad digital, etc.<sup>4</sup>

Este es el ambicioso proyecto que se plantea Galicia, apoyándose en sus capacidades industriales y en su experiencia previa con el uso de instrumentos de política de innovación orientados a misiones, como es el caso de la compra pública innovadora. Aunque es pronto aún para saber cuál será el éxito de esta iniciativa, sus resultados son prometedores. Con una inversión prevista de 540 millones de euros para el

periodo 2021-2016 (54 M€ fondos públicos locales; 236 M€ fondos públicos nacional y europeos; 250 M€ fondos privados), ha logrado involucrar a cinco grandes empresas, y cerca de 650 productos, de los cuales el 10% ya se encuentra en el mercado. Sobre esta última cuestión, es importante llamar la atención sobre el hecho de que, aunque el gobierno local adquiere los resultados de la actividad innovadora bajo la forma de compra pública, estos resultados también pueden comercializarse por las empresas creadoras concediendo un pago de regalías al sector público. Esta fórmula abre la posibilidad de estabilizar la producción de los resultados de investigación ampliando sus mercados.

A continuación, analizaremos la iniciativa a la luz de la experiencia internacional en materia de formación de polos de desarrollo.

<sup>4</sup> La información sobre los objetivos de los proyectos de I+D pueden consultarse en: [https://www.civiluavsinitiative.com/programas/programa\\_id/](https://www.civiluavsinitiative.com/programas/programa_id/).

### 3.3. La experiencia internacional

En el impulso de un polo de desarrollo en una industria de alta tecnología, una de las cuestiones más importantes a considerar es el conocimiento sobre los factores que favorecen la aparición de aglomeraciones de empresas en este tipo de sectores. Esto es especialmente importante en el caso del sector aeroespacial, cuya concentración geográfica es una de las más altas de la actividad económica mundial. De acuerdo con el registro de empresas en el sector de Construcción aeronáutica y espacial y su maquinaria, sólo cinco estados dentro de los Estados Unidos concentraban la tercera parte de las empresas del sector a nivel mundial en 2021. Aunque en el caso de Europa esta concentración es menor, sólo diez regiones concentran la cuarta parte de empresas registradas en este sector (Bureau van Dijk, 2021).

La formación de aglomeraciones de empresas de alta tecnología (ya sea bajo la forma de sistemas regionales de innovación, clústeres o polos de desarrollo), ha sido estudiada desde al menos dos perspectivas. Una primera vertiente, sugiere que la principal fuerza que impulsa hacia la concentración geográfica en unas pocas regiones es la existencia de un fenómeno local, en el que un conjunto de agentes desarrolla capacidades especializadas que generan derramas de conocimiento que logran traspasar las fronteras de sus organizaciones (empresas, universidades, centros de investigación, etc.) y, en combinación con otras capacidades y conocimiento de agentes pertenecientes a otras organizaciones, se va generando el progreso tecnológico y la mejora productiva. En este proceso acumulativo de flujo de conocimiento, la "cercanía" entre agentes resulta crucial debido a la naturaleza tácita del conocimiento y a la necesidad del aprendizaje interactivo. Este enfoque, mejor representado por el concepto de sistema regional de innovación (Freeman, 1995; Lundvall, 1988), llama la atención sobre la relevancia del contexto local (en oposición al contexto global) en la conformación de un polo de desarrollo tecnológico, debido a que las dificultades en el flujo de conocimiento entre agentes hacen que el conocimiento tienda a quedarse en el lugar donde ha sido generado (Von Hippel, 1994). Este fenómeno va generando la alta concentración geográfica de empresas en sectores intensivos en el uso de tecnología y conocimiento.

Una segunda vertiente sostiene que las aglomeraciones de empresas de alta tecnología no son necesariamente el resultado de interacciones locales dentro de los sistemas regionales de innovación. Muchas innovaciones son desarrolladas o diseñadas en lugares distintos de las regiones donde son finalmente pro-

ducidas. Así, por ejemplo, las grandes empresas farmacéuticas producen a gran escala medicamentos desarrollados en laboratorios en distintos países. De manera similar, la construcción de aeronaves se encuentra dispersa en diversas localizaciones, aprovechando ventajas relativas a la I+D, la fuerza de trabajo, los costes de producción o los apoyos gubernamentales, entre otros factores. Por ejemplo, Airbus cuenta con más de 20 plantas que fabrica y ensambla distintas piezas de las aeronaves antes de que sean transportadas a las fábricas en la que se hace el ensamblaje final. A su vez, las plantas que fabrican las piezas de la aeronave dependen de miles de proveedores para el desarrollo de sus partes. De acuerdo con este enfoque, es la dimensión global (en oposición a la local) la que genera una trayectoria hacia la aglomeración de empresas en sectores de alta tecnología. Las grandes empresas multinacionales de estos sectores pueden servir de anclaje para la creación de demanda de mano de obra cualificada e industrias intermedias especializadas, así como para la difusión de conocimientos para la creación de nuevas empresas intensivas en tecnología dentro de la región. Esto es lo que se conoce como la hipótesis del ancla (Feldman, 2003; Niosi & Zhegu, 2005), donde el movimiento global de la actividad empresarial sirve como impulso a la formación de empresas de alta tecnología y reservas de mano de obra cualificada dentro de la región. Aunque esta hipótesis ha sido ampliamente utilizada en el ámbito del estudio de los movimientos de la inversión extranjera directa, es fundamental analizar para cada caso cómo este anclaje puede fomentarse de manera eficaz. En cualquier caso, la existencia de una empresa "ancla" ha sido identificada como una de las mejores prácticas en el desarrollo de clústeres aeronáuticos (Paone, 2016).

Por supuesto, en este trabajo no proponemos decantarnos por uno de estos dos enfoques, sino más bien mostrar cómo sus aproximaciones pueden ser complementarias en el análisis de la situación actual de la industria aeroespacial gallega, para así contar con una base más informada para el desarrollo de estrategias de política de fomento a su desarrollo. La idea de que los dos enfoques anteriores (local vs global) son complementarios ya está presente en los estudios de innovación. Por un lado, las ganancias obtenidas en el proceso de aprendizaje y flujo de conocimiento entre los miembros de una comunidad local. Por otro, las ventajas de invertir en la construcción de canales de comunicación con otros agentes originalmente situados fuera del entorno local (Bathelt, Malmberg & Maskell, 2004). Esta necesidad de equilibrar el tipo de redes en las que participar, se explica –al menos par-

cialmente— por dos razones. En primer lugar, las conexiones globales facilitan el acceso a una más extensa variedad de conocimiento para la región, mientras que la colaboración local facilita la difusión y combinación de este conocimiento dentro de la misma (De Noni et al., 2017). En segundo lugar, el flujo de conocimiento a nivel global es a menudo técnico y codificado debido a la ausencia de (o escasa) interacción personal, mientras que la colaboración local fortalece los elementos que facilitan la transformación del conocimiento proveniente de otras regiones lejanas en conocimiento tácito a través del aprendizaje práctico y su transmisión (D'Este et al. 2013).

Por un lado, están las capacidades locales que ha desarrollado Galicia en su trayectoria industrial, volcadas hacia actividades relacionadas con la ingeniería e industrias relativamente afines al sector aeronáutico. Pero, por otro, la posibilidad de que esta trayectoria se dirija hacia la expansión significativa de un sector aeroespacial en crecimiento, pero aún con un lugar relativamente modesto dentro de la escena nacional y europea. Es en este escenario en el que la política pública puede jugar un papel relevante, creando nuevas trayectorias con base en las capacidades y redes locales. Así, la estrategia de la empresa "ancla" complementa las capacidades locales para absorber y circular las derramas de conocimiento que generan estas grandes empresas.

En este sentido, el hecho de atraer a empresas "ancla" con la CUI es consistente con las experiencias de buenas prácticas en otros polos de desarrollo aeronáutico. No obstante, como comentamos anteriormente, esto no es suficiente para garantizar el buen funcionamiento y desarrollo del sistema regional de innovación. Es en este punto en el que debemos volver nuestros ojos al contexto local.

Sin duda, un aspecto a considerar en el diseño de la política de innovación son los componentes del sistema de innovación, con la finalidad de detectar actores faltantes o fallos del sistema. Ambos podrían ocasionar cuellos de botella en la creación del polo de desarrollo (Klein Woolthuis, Lankhuizen & Gilsing, 2005).

En cuanto a los actores, un primer paso en el impulso del sector es sin duda la conformación de un polo que reúna empresas de diversos sectores con capacidades relevantes. Dentro de este conjunto de empresas, es fundamental una estructura variada que incluya no sólo grandes empresas "ancla" (como ya hemos comentado), si no también grandes empresas locales, PYMEs y spin-offs. En este rubro, como hemos visto, Galicia cuenta con buenos indicadores. La creación de empresas en ámbitos relevantes para la CUI está teniendo lugar. No obstante, las iniciativas futuras de

política deben basarse en análisis sobre las barreras a la creación de dichas empresas, para mantener su renovación e impulsar su crecimiento. Aquí, no sólo son relevantes las cuestiones formales relativas a la creación de empresas sino también, como veremos más abajo, el papel de actores intermediarios y las redes potenciales de entrada al mercado. Volveremos sobre este tema más adelante.

Por otra parte, son necesarias universidades, centros de investigación y centros tecnológicos con la finalidad de generar sinergias y oportunidades de cooperación orientado a la generación de I+D, y a facilitar el aprendizaje y el flujo de conocimiento entre sus miembros. El papel de estos centros es doble: por un lado, deben ser fuente de generación de investigación de vanguardia en campos relevantes para el polo de desarrollo y, por otro, deben facilitar servicios tecnológicos a las empresas que les permitan absorber este conocimiento nuevo bajo la forma de desarrollos tecnológicos. En este punto, Galicia es un referente relevante a nivel nacional. Los centros tecnológicos están teniendo un papel crecientemente relevante en el sistema gallego de innovación (Salazar-Elena, 2021). Dentro de la CUI, se encuentran varios centros tecnológicos destacados como AIMEN, especializado en materiales y tecnologías de fabricación, así como GRADIANT, especializado en telecomunicaciones. Además, el Instituto Tecnológico de Galicia (ITG), el Instituto Tecnológico de Matemática Industrial (ITMATI) y el Centro Tecnológico de Automoción de Galicia (CTAG) también forman parte de esta iniciativa. Las universidades gallegas, por su parte, gozan de un amplio prestigio a nivel nacional e internacional. Algunas de estas universidades participan en la CUI a través de centros como el Centro Singular de Investigación en Tecnoloxías Intelixentes (CITIUS) y el Laboratorio do Territorio (LaboraTe), ambos pertenecientes a la Universidad de Santiago de Compostela. Además, las universidades gallegas ofrecen programas académicos relacionados con el sector, como el Máster en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no tripulados (ofrecido por las Universidades de Vigo y Santiago de Compostela), el Grado en Ingeniería Aeroespacial (ofrecido por la Universidad de Vigo) y el Ciclo Superior de Mantenimiento Aero-mecánico (impartido por el Centro Público Integrado de Formación Profesional As Mercedes).

Pese a este buen perfil, uno de los retos de futuro es incorporar de manera más decidida a estos equipos de investigación (centros tecnológicos y universidades) a proyectos de vanguardia en sectores afines al desarrollo de UAS. Este esfuerzo también redundaría en la internacionalización del sector, atrayendo talento local a proyectos de relevancia global. Un ejemplo interesante dentro de Galicia es la participación de ITG en el proyecto DOMUS (Demonstration of mul-



tiple U-Space suppliers). Algunos ejemplos en otras regiones son la participación del Institut de Robòtica i Informàtica industrial y la Universidad de Sevilla en el proyecto Proyecto GAUSS (U-Space). Esta última también se incorporó al proyecto SAFEDRONE, liderado por Indra.

Claro que nada de esto sería atractivo sin la existencia de un mercado que actúe como motor del del emprendimiento y la inversión. En un mercado como el aeroespacial, la conformación de un mercado atractivo para sin duda por la concurrencia de grandes compradores, como el estado o las grandes empresas. Aunque en este asunto el estado puede jugar (y está jugando) un papel central a través de compra pública innovadora, la estabilidad del sistema a lo largo del tiempo depende de la concurrencia de otros compradores que mantengan la vitalidad del sistema. Aquí puede ser central la concurrencia de grandes empresas, o la interconexión con otros polos de desarrollo para complementar su cadena de valor. Si duda, un gran avance se ha hecho con la inclusión de importantes empresas del sector, cuya experiencia e interacción con los actores locales del polo de desarrollo puede ser fundamental para el desarrollo de futuros negocios. De hecho, en entrevistas mantenidas con algunos actores locales de la CUI, algunos mencionaron que una de sus principales motivaciones de participar en la iniciativa es que empresas como Airbus, Boeing o Indra les tengan en el "radar" cuando necesiten soluciones asociadas a sus competencias.

Por otra parte, en la cuestión del tamaño del mercado y la tracción de la demanda también puede ser fundamental la formación de alianzas. En este sentido, el gobierno de Galicia, a través de la Agencia Gallega de Innovación (GAIN) ha promovido diversas iniciativas. Una de ellas es la denominada UAS Nation que, entre otros objetivos, apunta una mayor coordinación entre regiones en España para la compra pública de soluciones relacionadas con los drones (suscrita por 8 comunidades autónomas). Otra es la participación de Galicia en el Foro Iberoamericano de Compra Pública de innovación (CPI) e Innovación Abierta organizado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Este foro no está especialmente ligado al sector aeroespacial, pero Galicia ha tomado un papel protagónico como región pionera en la implantación de la Compra Pública Innovadora en España. Sin duda, esta posición podría darle un lugar privilegiado en la solución de problemas de las administraciones públicas en América Latina a partir de UAVs. Finalmente, también está la incorporación de Galicia en la Vanguard Initiative, en el marco de las plataformas de especialización in-

teligente europea, que incluye a 38 regiones industriales europeas. Esta iniciativa tampoco tiene su foco en el sector aeroespacial. No obstante, su objetivo de encontrar sinergias para la conformación de proyectos interregionales puede ser de gran ayuda en los objetivos de búsqueda de mercados y conocimiento para el desarrollo del sector aeroespacial gallego.

Lamentablemente, estos esfuerzos de coordinación aún no han dado frutos significativos, pero sería interesante redoblar esfuerzos en explorar estas vías de colaboración, dados sus potenciales beneficios para la internacionalización del sector.

Otra opción relativa a los mercados es la coordinación con otros polos de desarrollo dedicados a actividades incluidas en la cadena de valor de los drones. De acuerdo con la European Cluster Collaboration Platform, existen 38 clúster en el sector aeroespacial en Europa, y diez relacionados con los UAS (uno de ellos situado en Sevilla).<sup>5</sup>

Finalmente, también será fundamental la concurrencia de otros actores relevantes, como son los financiadores (especialmente aquellos especializados en el emprendimiento innovador, como el venture capital), organizaciones sectoriales que actúen como hubs, etc.

En cuanto a los fallos del sistema, estos pueden ser de diversa índole y se conectan con cuestiones como las infraestructuras (espacios adecuados para la investigación y desarrollo, caminos, vías férreas, conexión con aeropuertos cercanos, TICs, etc.), las instituciones (regulación, valores sociales, cultura política y empresarial), y la interacción entre agentes.

Sobre los fallos relacionados en infraestructuras, se refieren a la ausencia de infraestructuras físicas que los actores necesitan para el buen funcionamiento del polo de desarrollo. Éstas no se limitan simplemente a infraestructuras de comunicación, como son caminos, vías férreas, conexión con aeropuertos cercanos y TICs, entre otros. También se refieren a otras infraestructuras relacionadas con el desarrollo de actividades de ciencia y tecnología. A este respecto, Galicia cuenta con instalaciones específicas para el desarrollo de proyectos asociados a los UAV. Sin duda la más relevante para la CUI es el CIAR, pero no es la única (por ejemplo, ANCORA Drone Test Center gestionada por el ITG). El éxito del polo de desarrollo pasa por que estos centros de pruebas, y especialmente el CIAR, se vuelvan un foco de atracción para agentes interesados en desarrollo y testar innovaciones asociadas a los UAV. Una infraestructura desarrollada y en un entor-

<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>

no favorable es un buen comienzo, pero los retos no se acaban ahí. Las cuestiones institucionales podrían convertirse en un cuello de botella, como veremos a continuación.

En cuanto a los fallos institucionales, estos pueden ser obstáculos que presenten tanto instituciones formales o informales. Las formales son creadas o diseñadas intencionalmente (las leyes y reglamentos), mientras que las informales evolucionan de manera espontánea (valores sociales, cultura política y empresarial). La regulación puede jugar un papel fundamental en el desarrollo de una estrategia regional de innovación, ya que es posible que las pruebas y uso de las nuevas tecnologías desarrolladas no se ajusten plenamente al marco jurídico y normativo vigente. Esto llevará a la necesidad de flexibilidad por parte de las autoridades en la materia y, muy posiblemente, a cambios en la normativa. Este es un aspecto fundamental para el crecimiento del polo de desarrollo aeroespacial gallego. Existen diversos centros que podrían albergar desarrollo y testeo de drones en España. Algunos ejemplos son el Centro de Tecnologías Aeroespaciales (CATEC) en Jaén, o el Parque Tecnológico de Fuerteventura. Algunos de los participantes del CUI han sugerido que una mayor flexibilidad para el desarrollo de pruebas en el CIAR sería deseable, para no perder terreno respecto de otros centros a los que podrían sentirse más atraídos actores relevantes para el desarrollo del polo aeronáutico gallego.

Esto conecta con los fallos en instituciones informales, ya que resulta fundamental una cultura política y empresarial que facilite esta flexibilidad hacia el cambio tecnológico. Pero esta flexibilidad no se limita al marco regulatorio. Cuando la estrategia regional de innovación involucra la transición de un sector establecido hacia nuevos retos tecnológicos, es muy posible que algunas empresas establecidas muestren resistencia al cambio debido a la inercia que genera el "business-as-usual". Esto es especialmente relevante en el caso de empresas que han logrado hacerse un hueco dentro del sector, y no encuentran un motivo para reestructurar sus actividades. Bajo su enfoque, la política debería reforzar el statu quo, más que impulsar la transformación.

Sin duda, uno de los fallos sistémicos más ampliamente estudiados por la investigación científica es la interconexión entre agentes. Conceptos que han sido buque insignia de los estudios de innovación durante las últimas tres décadas, como el de sistemas regionales de innovación (Freeman, 1995) o innovación abierta (Chesboroug, 2003), ponen el énfasis en este problema. A continuación, comentaremos algunos de los fallos de este tipo que juzgamos relevantes para el presente informe.

Un primer fallo de interacción es la ineficiente conexión entre la generación de conocimiento científico y la actividad industrial. Aunque los centros de investigación científica son actores fundamentales dentro de un sistema sectorial de innovación, los investigadores científicos no son los más aptos o motivados para generar desarrollos tecnológicos a partir de sus resultados de investigación. Y, por su parte, las empresas generalmente no tienen la capacidad de transformar la investigación científica en soluciones tecnológicas. En este sentido, la existencia de agentes "intermediarios del conocimiento" que realicen el trabajo de llevar el conocimiento desde la investigación científica hacia el desarrollo tecnológico resulta fundamental en el éxito del sistema. Estos agentes suelen ser los llamados servicios intensivos en el uso de conocimiento (KIBS, por sus siglas en inglés), concentrados en sectores de investigación y desarrollo como los servicios técnicos de ingeniería, las actividades de programación y consultoría informática, y los ensayos técnicos, entre otros. Dentro de estos agentes están también los centros tecnológicos, cuyo papel es convertirse en una fuente de soluciones tecnológicas para las empresas. Sobre esta cuestión, como mencionamos anteriormente, Galicia parte de una buena base, aunque una estrategia que impulse la participación de estos agentes conectando el conocimiento de proyectos de relevancia global con el tejido local es fundamental para la internacionalización del polo de desarrollo.

Otro fallo común en el desarrollo de los sistemas sectoriales de innovación que trataremos en este trabajo es la escasa variedad y renovación de su base tecnológica, producto de baja tasa de renovación de las empresas (especialmente PYMEs y Spin-offs). Aunque a primera vista este fallo no necesariamente se conecta con el problema de la interacción y formación de redes, está íntimamente relacionado con un problema identificado en la literatura científica sobre la estructura de los clústeres dentro del sector aeroespacial (Lucena-Piquero & Vicente, 2019). Para sectores en los que la organización industrial se basa en procesos productivos separables en fases modulares (como es el caso del sector aeroespacial), la existencia de grandes compañías capaces de gestionar la convergencia y la interoperabilidad entre piezas de conocimiento separadas es una de las condiciones clave para que los clústeres alcancen una posición de liderazgo en los mercados. Las grandes empresas altamente conectadas que diseñan estándares tecnológicos coexisten con otras empresas más débilmente conectadas, generalmente nuevas empresas entrantes (como spin-offs y PYMEs). Esta forma de clúster genera una estructura en la que las capacidades de las organizaciones centrales en la cadena de valor (es decir, las grandes empresas) para gestionar el proceso de innovación no compiten, sino que son compatibles con la

actividad de las nuevas empresas. Esta estructura de red de conocimiento ha sido observada no sólo en los principales clústeres del sector aeronáutico, como los de Montreal, Seattle, Toulouse y Toronto. También se ha encontrado esta configuración en la industria biotecnológica de Boston, y en la industria cinematográfica de Hollywood. De acuerdo con la evidencia empírica, esta fuerte jerarquía entre empresas favorece la renovación tecnológica del clúster. Para las nuevas empresas entrantes, las conexiones con las empresas líderes que ocupan un lugar central en la cadena de valor son a menudo la oportunidad de cruzar el puente entre la I+D y las perspectivas comerciales. Es decir, la rápida vinculación de las nuevas empresas (con nuevas ideas) con empresas grandes pueden ser la diferencia entre el fracaso y el éxito comercial y, por tanto, de la renovación tecnológica. En este sentido, la participación de grandes empresas que permitan escalar rápidamente los desarrollos tecnológicos de pequeñas empresas locales cobra especial relevancia para la renovación de la base tecnológica del polo aeronáutico gallego.

Aunque hasta ahora nos hemos referido al fallo de interconexión entre agente como un problema de "redes débiles", también se puede tener el problema contrario: redes demasiado fuertes (Carlsson and Jacobsson, 1997). En este caso, la fortaleza de los lazos entre empresas hace que algunas de ellas no puedan valorar correctamente las oportunidades que presenta nuevo conocimiento o nuevas tecnologías. Esto podría hacer que las empresas, instituciones y redes quedan atrapadas en las viejas tecnologías. De hecho, los círculos inicialmente "virtuosos" en la conformación de alianzas entre empresas especializadas dentro de una misma cadena de valor, podrían obstaculizar el proceso de diversificación y cambio tecnológico de la región. Las políticas públicas han probado ser efectivas rompiendo esta trayectoria industrial de estancamiento tecnológico.<sup>6</sup> Este problema puede estar presente en las grandes empresas de industria aeroespacial gallega, que han formado fuertes lazos como proveedores de la cadena de valor de construcción de aeronaves grandes. No obstante, como comentamos anteriormente, la participación de grandes empresas multinacionales buscando nuevos objetivos asociados con el CUI, puede ser un factor determinante en la transición tecnológica del sector.

---

6 Así lo sugieren Carlsson and Jacobsson (1997) para el caso de la industria farmacéutica sueca.



# 4

## Conclusiones





# 4

## Conclusiones

Este informe busca brindar una foto de la situación actual de la internacionalización del sector aeroespacial gallego, y valorar su potencial de crecimiento e internacionalización a la luz de las lecciones aprendidas a nivel global sobre la conformación y desarrollo de polos aeroespaciales.

En primer lugar, hemos mostrado que la trayectoria industrial reciente de Galicia ha generado habilidades productivas en actividades de media-alta tecnología, especialmente relacionadas con la industria aeroespacial, y también una especialización relativa en la formación de ingenieros altamente cualificados. A su vez, esta trayectoria ha tenido un efecto importante en la creación de empresas en sectores íntimamente relacionados con el sector aeroespacial, como son la programación y consultoría informática, la fabricación de equipos informáticos y los servicios técnicos de ingeniería.

Desde el punto de vista de su internacionalización, la industria aeroespacial gallega ha experimentado transformaciones importantes. Aunque actualmente la región no se encuentra dentro las comunidades con mayores niveles de exportación, entre los periodos 2013-2017 y 2018-2022, sus exportaciones se han casi cuadruplicado. En este sentido, es destacable el papel de Galicia mostrándose como una de las regiones más dinámicas desde el punto de vista de la competitividad, en un sector intensivo en el uso de tecnología y conocimiento, y en uno de los países más dinámicos y con mayor volumen dentro del sector a nivel mundial.

Otro aspecto importante para destacar es la diversificación de sus exportaciones, pasando de una especialización concentrada en partes de aeronaves, a colocar en el mercado internacional un volumen significativo de aviones y helicópteros. Destacando de manera importante las exportaciones de helicópteros pequeños (menos de dos toneladas), en los que Galicia concentró casi el 10% de las exportaciones nacionales de estos productos. Este incremento le llevó del noveno al tercer puesto en exportaciones de helicópteros pequeños entre las regiones españolas entre los periodos 2013-2017 y 2018-2022, sólo detrás de Cataluña

y la Comunidad Valenciana.

La investigación también mostró que la opción de política de innovación del gobierno gallego se enmarca en uno de los retos de futuro del sector aeronáutico, y es consistente con las capacidades locales y los objetivos de las grandes compañías multinacionales del sector.

Desde el punto de vista de las lecciones aprendidas de la industria a nivel global, mostramos que existe una importante intersección entre las iniciativas del gobierno gallego y las buenas prácticas del sector aeroespacial a nivel global. Especialmente en lo que respecta a la participación de grandes empresas multinacionales, centros tecnológicos y de investigación, y empresas con capacidades relevantes para los retos que presenta la transformación industrial planteada por el gobierno local.

No obstante, se identificaron diversos retos de cara al futuro. Uno de ellos es incorporar de manera más decidida a empresas y equipos de investigación a proyectos de vanguardia en sectores afines al desarrollo de UAS. Este esfuerzo también redundaría en la internacionalización del sector, atrayendo talento local a proyectos de relevancia global. Aunque existen experiencias en Galicia, su presencia en este tipo de proyectos sigue siendo escasa en comparación con otros agentes en el ámbito nacional. Por otra parte, es fundamental ampliar los horizontes del polo de desarrollo, tanto a nivel nacional como internacional. La Agencia Gallega de Innovación (GAIN) ha promovido diversas iniciativas en este sentido, como la iniciativa UAS Nation, la participa de Galicia en el Foro Iberoamericano de Compra Pública de Innovación (CPI) e Innovación Abierta, o la Vanguard Initiative en el marco de las plataformas de especialización inteligente europea. No obstante, los resultados de estos esfuerzos aún no han generado significativos resultados en materia de coordinación entre las organizaciones de la CUI y otras regiones españolas, europeas o extracomunitarias. En este sentido, sería importante redoblar esfuerzos en explotar el potencial de estas 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.

***INSTRUMENTS  
SUPPORTING THE  
INTERNATIONALISATION  
OF THE AEROSPACE  
SECTOR: COMPARATIVE  
STUDY OF THE LEADING  
COUNTRIES AND  
INNOVATION PROPOSALS  
FOR THESE  
INSTRUMENTS***

ENG



**CAG**

GALICIAN  
AERONAUTICAL  
CONSORTIUM



# Index

<b>Abstract</b>	<b>67</b>
<b>Executive summary</b>	<b>68</b>
<b>1. Trajectory of technological capital and capabilities in Galicia</b>	<b>73</b>
1.1. Related variety and industrial trajectory	73
1.2. Trajectory of technological, human, and business capital	75
<b>2. Internationalisation of the aerospace sector in Galicia</b>	<b>85</b>
2.1. Size and evolution of the Galician aerospace sector	85
2.2. Internationalisation of the Galician aerospace sector	89
<b>3. Towards the internationalisation of the aerospace industry in Galicia</b>	<b>99</b>
3.1 Challenges of the aerospace industry	99
3.2. Aerospace policy in Galicia	100
3.3. International experience	102
<b>4. Conclusions</b>	<b>109</b>
<b>References</b>	<b>113</b>





# Abstract







## Abstract

This report aims to describe the current situation of the internationalisation of the Galician aerospace sector, and to assess its growth and internationalisation potential in light of the lessons learned globally on the creation and development of aerospace clusters. To this end, we describe the Galician industry's recent trajectory to assess the current state of its human and technological capabilities. Secondly, a detailed analysis of the evolution of the Galician aerospace sector in the international arena is carried out. Finally, we discuss the relevance of recent regional innovation policy options considering the best practices on developing the aerospace sector detected in scientific research. The main findings show that the recent

trajectory of the Galician aerospace sector internationalisation is encouraging. The policy option of the Galician authorities seems to be consistent with the capabilities of the local industry and with the future prospects of the aeronautical sector, and the design of its policy instruments is in line with the good practices learned from international experience. However, the challenges in the transition towards an internationally relevant development pole are not minor due to several reasons, including its still low volume of activity, and its scarce national and international connections in relevant areas aligned with the aims of the regional innovation policy.

## Executive summary

Galicia is an excellent example of how the local industrial trajectory can be redirected towards more technology and knowledge-intensive activities using existing capabilities and technological capital. In the same way that a series of decisive actions in the 1950s succeeded in shifting its industrial trajectory towards the automotive industry, the Galician government has recently decided to promote a new industrial reconversion towards the aerospace sector.

Of course, as in that mid-century transformation, Galicia is not starting from scratch in this technological transition effort. Its recent industrial trajectory has generated productive skills in medium-high technology activities, especially related to the aerospace industry, and a specialisation in training highly qualified engineers. This same trajectory has also substantially affected the creation of companies in sectors closely related to the aerospace sector, such as computer programming and consultancy, the manufacture of computer equipment (especially the manufacture of measuring, verification, and navigation instruments) and technical engineering services.

With these human capacities and technological capital, Galicia has begun a significant transformation in the aerospace sector, including important changes in its internationalisation process. Although the region is not currently among the regions with the highest export share in the sector (overshadowed by the impressive volume of exports around the activity of Andalusia and Madrid), it is undoubtedly the most dynamic region in Spain. Between 2013-2017 and 2018-2022, its exports have almost quadrupled, from €14 million to €54 million. Only Asturias and Murcia grew faster, although with a substantially lower trade volume. In this sense, Galicia's role is noteworthy as one of the most dynamic regions from the point of view of competitiveness, in a technology and knowledge-intensive sector in one of the most dynamic countries in the industry worldwide.

In the recent period, Galicia has diversified its exports from a specialisation concentrated on aircraft parts to place on the international market a significant volume of products such as aircraft of more than 15 tonnes and helicopters. Regarding the uniqueness of Galician capabilities in the aeronautical sector, exports of small helicopters (less than two tonnes) stand out, accounting for almost 10% of national exports of these products. This increase took it from ninth to third place in exports of small helicopters among Spanish regions between 2013-2017 and 2018-2022, only behind Catalonia and the Valencia.

In designing an innovation policy towards cutting-edge technologies, it is essential to sound out what alternative paths the future offers, and which of them will be easier to take with current knowledge and experience. The Galician government's innovation policy option towards technological development in drones (with the Civil UAVs Initiative (CUI) as its flagship), is part of one of the challenges for the sector's future identified by experts and national and European policy guidelines. However, this policy option is just one of them, and other challenges could guide region's technological transition (e.g. new materials, 3D printing, automation and digitalisation of the production process, green transition, etc.).

In this sense, the regional government's policy option is to promote a specific technological development path. Its initiatives favour the promotion of knowledge-intensive service activities, and the manufacture of small aircraft and their parts (given the "civil" nature of the project). This undoubtedly represents a challenge for the local Galician aerospace industry especially involved in the supply chain of large aircraft manufacturing.

Despite this potential challenge, our analysis shows that the policy option associated with developing uncrewed aerial systems (UAS) is consistent with local capabilities and the objectives of large multinational companies. On the one hand, the aerospace industry highly depends on knowledge-intensive services. Apart from the interest that large multinationals may have in the development of drones for civil use, their attention is growing towards the development of systems for autonomous flight, systems for the integration of drones with other aircraft in the airspace (U-space), intelligent connectivity, digital interoperability, among other relevant technologies included as targets of the Galician aerospace initiative. On the other hand, the evolution of Galicia's specialisation in areas such as computer programming and consultancy, technical engineering services or the manufacture of computer equipment is consistent with these objectives. Proof of this is the structure of the Galician aerospace community, in which more than half of its companies are concentrated in knowledge-intensive service activities.

From the point of view of lessons learned from the industry at the global level, we can say that there is a significant intersection between the Galician government's initiatives and the best practices of the aerospace sector. A first lesson from the experience of leading global clusters is incorporating large com-

panies (e.g. multinationals) to act as “anchors” in developing the cluster. For sectors where the industrial organisation is based on separable production processes in modular phases (as is the case of the aerospace sector), large companies capable of managing the convergence and interoperability between separate pieces of knowledge are crucial to achieving a leading position in international markets. Moreover, these large companies can stabilise the activities of local companies by acting as large buyers. This is because the experience and interaction of these large corporations with local actors can be fundamental for future business development. Finally, these anchor companies can also play a critical role in the emergence and survival of new technology companies. For new entrants, connections with leading firms at the heart of the value chain are often the opportunity to cross the bridge between R&D and commercial prospects. Thus, the involvement of large companies that allow the technological developments of small local companies to be rapidly scaled up is particularly relevant for the renewal of the technological base of the Galician aeronautics cluster. The Galician aerospace policy initially achieved the objective of this “anchor” function, attracting the participation of companies such as Airbus, Boeing, Indra, Babcock or Telespazio.

Another fundamental factor within the international lessons is the critical mass of universities, research centres and technology centres to create synergies and opportunities for cooperation to generate R&D, facilitating learning and knowledge flow among its members. On this point, Galicia is a relevant benchmark at the national level. Technology centres are playing a growing role in the Galician innovation system. Specialised centres such as AIMEN, GRADIANT, the Galician Technological Institute (ITG), the Technological Institute of Industrial Mathematics (ITMATI), or the Galician Automotive Technology Centre (CTAG), among others, participate in the CUI. Of course, Galician universities also enjoy vast national and international prestige, and some of them also participate in the CUI through centres such as the Centro Singular de Investigación en Tecnoloxías Intelixentes (CITIUS), or the Laboratorio do Territorio (LaboraTe), both from the University of Santiago de Compostela. On the other hand, Galician universities also have programs related to the sector, such as the Master in Operations and Engineering of Uncrewed Aerial Systems (Universities of Vigo and Santiago de Compostela), the Degree in Aerospace Engineering (University of Vigo), or the Higher Cycle in Aeromechanical Maintenance (Centro Público Integrado de Formación Profesional As Mercedes).

However, one of the challenges for the future is to incorporate these research teams (technology cen-

tres and universities) in a more targeted way into cutting-edge projects in sectors related to the development of UAS. This effort would also result in the internationalisation of the industry, attracting local talent to projects of global relevance. An interesting example within Galicia is ITG’s participation in the DOMUS (Demonstration of multiple U-Space suppliers) project. Some examples in other regions are the participation of the Institut de Robòtica i Informàtica industrial and the University of Seville in the GAUSS (U-Space) project. The latter also joined the SAFED-RONE project, led by Indra.

Finally, it is essential to broaden the horizons of the development pole, both nationally and internationally. In this regard, the Galician government has promoted various initiatives through the Galician Innovation Agency (GAIN). One of them is the so-called UAS Nation, which, among other objectives, aims at greater coordination between regions in Spain for the public procurement of drone-related solutions (signed by eight regions). Another is Galicia’s participation in the Ibero-American Forum on Public Procurement of Innovation (PPI) and Open Innovation, organised by the Inter-American Development Bank (IDB). This forum is not particularly linked to the aerospace sector. Still, Galicia has taken a leading role as a pioneer region in implementing PPI in Spain. Undoubtedly, this position could give it a privileged place in solving challenges of public administrations in Latin America based on UAVs. Finally, there is also the incorporation of Galicia in the Vanguard Initiative within the European Smart Specialisation Platforms framework, which includes 38 European industrial regions. This initiative does not focus on the aerospace sector either. However, its objective of finding synergies for forming interregional projects can significantly help the search for markets and knowledge for developing the Galician aerospace sector.

Unfortunately, these coordination efforts have not yet borne significant fruit. Still, it would be interesting to redouble efforts to explore these avenues of collaboration, given their potential benefits for the internationalisation of the sector.

In summary, the recent trajectory of the Galician aerospace sector internationalisation is encouraging. The policy option of the Galician authorities seems to be consistent with the capabilities of the local industry and with the future prospects of the aeronautical sector, and the design of its policy instruments is in line with the good practices learned from international experience. However, the challenges in the transition towards an internationally relevant development pole are not minor due to several reasons, including its still low volume of activity compared to the degree

of internationalisation of other regions in Spain, and its scarce national and international connections in relevant areas for the development of technologies

associated with UAVs. Therefore, redoubling efforts in these areas will be vital in maintaining the course of the Galician industrial transition.



# Trajectory of technological capital and capabilities in Galicia









# Trajectory of technological capital and capabilities in Galicia

The reconversion of a region towards more knowledge and technology-intensive activities is usually seen as a radical transformation, compared to the process of specialisation in established productive activities. However, even these apparently radical leaps do not escape the principle of continuity: *natura non facit saltus*. As suggested by Joseph Schumpeter, recognised by many as the founding father of innovation studies, although we can see innovation as a discontinuity, it is nothing more than a recombination of existing knowledge and capabilities. In this section, we will study Galicia's technological trajectory to provide a starting point to understand the basis of its change process towards higher technological stages.

## 1.1. Related variety and industrial trajectory

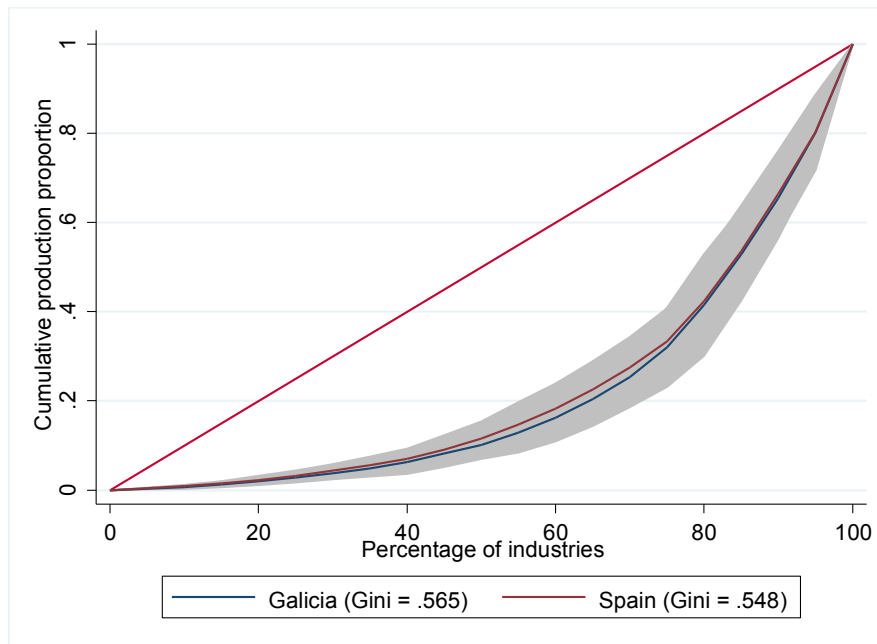
Galicia's challenge in boosting the aerospace sector is not a minor one. Although Galicia has managed to activate its sector through a determined public policy and private initiatives from new or reinvigorated companies, there is still significant room for improvement to become a national and European benchmark. Undoubtedly, one of the most important instruments for meeting this challenge is the efficient use of the capacities that have transformed Galicia into an important industrial region. In this sense, it is essential to know the trajectory of this industrial development, with the aim of better understanding the reality of the current state of the Galician industry, to have a more informed basis for developing strategies to boost the sector. This section will use the concept of "related variety" to analyse this trajectory (Frenken, Van Oort & Verburg, 2007; Boschma & Iammarino, 2009).

The concept of related variety (Frenken, Van Oort & Verburg, 2007) refers to the diversity of firms and activities that are related by a common set of technologies, knowledge and skills. In other words, the diversity of industries is linked by technical and knowledge similarities.

The idea of related variety comes from an old debate on industrialisation strategy, which asks whether regions benefit more from specialisation or diversification (Glaeser, et al., 1992). In his pioneering work on economic development, Joseph Schumpeter drew attention to the role of the recombination of knowledge and capabilities in the innovation process. In line with these ideas, Jacobs (1969) suggested that the greater the number of existing economic activities or sectors in an economy, the greater the capacity of that economy to create new sectors. In a more recent study, De Groot, et al. (2016) found that most studies analysing this dilemma show that the diversity of activities is more favourable than specialisation for the region's economic growth. In this sense, Galicia does not start from an unfavourable position, as the diversity of its economic activities is not substantially lower than that of Spain. Figure 1 shows the Lorenz curves for concentration of economic activity in Galicia and Spain. It can be seen that the concentration in Galicia is not significantly higher than in Spain.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> The Lorenz curve is a common method of measuring economic concentration. The closer the curve is to the main diagonal, the lower the concentration in a few activities. The shadow of the graph shows the confidence intervals of the curves for Spain and Galicia, respectively. Their overlapping indicates that there are no significant differences in the level of concentration of activity between Spain and Galicia. Thus, we can affirm that the variety of activities in Galicia is not significantly lower than in Spain.

Figure 1. Lorenz curves and Gini coefficient for production in Galicia and Spain.



Source: Author's own creation with data from the National Institute of Statistics and the Galician Institute of Statistics (2018).

However, for Frenken et al. (2007) this recombination is not only a question of diversity. Instead, the emergence of new sectors or economic activities in a region is conditioned by the "relationship" that may exist between these capabilities and knowledge.

For example, in a region with a significant information technology industry, it is possible that companies related to the production of software, hardware, electronic devices, and Internet services, among others, may also develop. These firms may share knowledge and technical skills, which can foster innovation and growth. The related variety can also be found in sectors such as biotechnology, nanotechnology, and renewable energy. In each of these cases, related variety can drive innovation and economic growth by enabling the transfer of knowledge and technologies between neighbouring firms and industries.

The aerospace industry can also be seen as a result of related variety effects. For example, some industries

that could have contributed to its emergence are: (i) the aviation industry, from the experience and knowledge gained in aerodynamics, materials engineering, electronics and air operations management; (ii) the military industry, developing advanced technologies such as missiles, fighter aircraft and communications and navigation systems; (iii) the energy sector, which generated important developments in technologies related to engines, propulsion and power generation; (iv) the electronics and telecommunications industry, key to the development of control and navigation systems, communications systems, and sensor technologies for the operation and control of aircraft and space systems; (v) computer services, key to the creation of control and simulation software, as well as data analysis and information visualisation; (vi) the materials industry, to develop advanced and lightweight materials that can withstand extreme conditions; (vii) research and development services, for the design of new technologies and systems to improve aircraft efficiency, safety and performance; etc.

## 1.2. Trajectory of technological, human, and business capital

Galicia occupies an exceptional place among the cases that explain the relationship between industrial development and “related variety”. Understanding this historical industrial process is fundamental to undertaking its promotion for the future. In the following, I will very briefly develop this story that tells the small sectorial leaps that the Galician industry has taken to land in the aerospace sector.

Towards the end of the 19th century, several factors led to an economic transformation in Galicia around the so-called maritime complex, favouring the transition from traditional salting to the industrial preservation of seafood products (Alonso, 2010). This transformation led to linkages with other sectors, requiring relatively more complex inputs, such as machinery, refined oil, and tin foil. The impulse of these activities to the maritime complex is reflected in the growth of seafood exports, especially to France (Carmona Badía, 1985).

The impact on economic activity due to industrial modernisation in fish canning generated various productive links with other activities, promoting the growth of sectors such as deep-sea fishing, shipyards, metallurgy, mechanical sawmills, etc.

The growth of the maritime complex activity, and the consequent exhaustion of the coastal platforms, motivated the industrial development of shipbuilding, as more technologically complex vessels were demanded. This led first to the abandonment of sailing in favour of steamships and, subsequently, to incorporating diesel engines in all vessels, giving rise to the offshore fleet. Thus, Galician vessels would fully enter deep-sea fishing, fishing in territories as far away as Newfoundland (Canada), where they competed with French and English vessels.

This flourishing industrial activity in the first quarter of the 20th century also allowed the consolidation of entrepreneurial activity and local banking, especially in the case of the Banco de Vigo, the Banco de La Coruña and the Banco Pastor. As a result of the industrial agglomeration, investments in electricity generation, water distribution, transport to urban centres (especially from neighbouring towns where

the workforce of the canning factories and shipyards resided), etc., also stand out in this period. The period of the Spanish Civil War also had an impact on the industrialisation of the region. For example, the canning factories became producers of grenades, while the shipyards were responsible for producing bombs, shells and armour (Lozano, 1996). As a result of this industrial development, Galicia accounted for 7.16% of the Spanish GDP in 1940.

Industrial activity generated various skills and links closely related to the emerging automotive industry after the First World War. In addition to the growth in transport needs in industrial areas, various activities were added to the motorisation of the region. For example, the maintenance and repair of automobiles demanded metal parts, such as car bodywork and chassis, and engineering expertise in the operation of particular engines. Thus, Galicia’s previous specialisation in manufacturing machines or metal products made it a favourable location for the automotive sector.

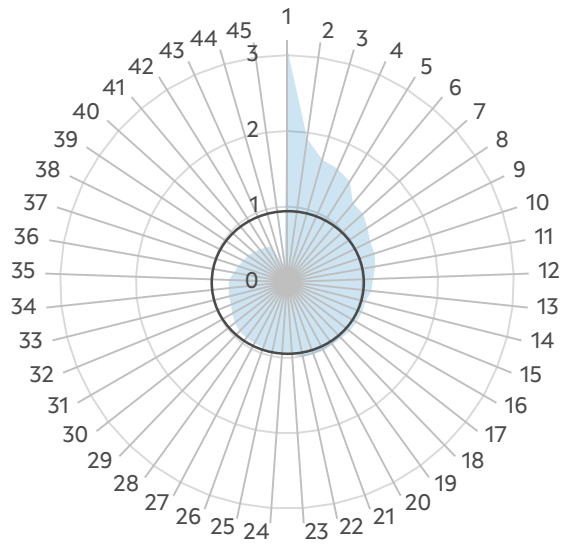
For this reason, it is no coincidence that Galicia was the birthplace of Eduardo Barreiros, one of the most important businessmen in the history of the Spanish automotive industry and, according to the *New York Times* (1964), one of the most important businessmen in Europe in his time. Famous for his patent for converting petrol engines to diesel in 1951, he founded Barreiros Diesel in 1954, a company dedicated to the manufacture of diesel engines and later began to produce commercial vehicles and buses. This critical industrial breeding ground was undoubtedly fundamental for a group of industrialists, led by Félix Santamaría, to unseat Navarra at the end of the 1950s in the bid to host the Citroën factory in Spain. The rest, as they say, is history.

The importance of the maritime complex in the Galician industry is undeniable. Figure 2 shows the relative specialisation of Galicia compared to Spanish production.<sup>2</sup> The sectors with an index value greater than unity are those in which Galicia shows a higher specialisation than the rest of Spain (these sectors are shaded in the figure).

<sup>2</sup> The Relative Specialisation Index of Galicia with respect to Spain is calculated on the basis of the ratio between the relative weight of a sector within the regional GDP and its relative weight in the national GDP. The region is considered to be specialised in a certain sector when the value of the index is greater than 1.

**Figure 2. Relative specialisation of production in Galicia**

Specialisation ranking	
1 16 Wood and cork industry	23 47 Retail trade
2 D Electricity, gas, etc., supply	24 L Real estate activities
3 A Agriculture, forestry, fishing and aquaculture	25 31-32 Manufacture of furniture
4 29 Manufacture of motor vehicles	26 T Activities of households
5 33 Repair and installation of machinery and equipment	27 26 Manufacture of computer products
6 53 Post and courier activities	28 46 Wholesale trade
7 24 Manufacture of metal products	29 R Arts and entertainment activities
8 27 Manufacture of electrical material and equipment	30 K Financial and insurance activities
9 17 Manufacture of paper	31 45 Sale and repair of motor vehicles
10 10-12 Manufacture of food, beverages and tobacco	32 M Professional, scientific and technical activities
11 F Construction	33 23 Manufacture of other non-metallic mineral products
12 61 Telecommunications	34 18 Printing and reproduction of recorded media
13 25 Manufacture of metal products	35 E Water supply, sewerage and refuse disposal activities etc.
14 I Hotels and restaurants	36 S Other service activities
15 B Mining and quarrying	37 30 Manufacture of other transport equipment
16 49 Land and pipeline transport	38 28 Manufacture of machinery and equipment n.e.c.
17 52 Warehousing and support activities for transportation	39 22 Manufacture of rubber and plastic products
18 19 Manufacture of coke and refined petroleum products	40 58 Publishing
19 O Public administration	41 N Administrative and support service activities
20 13-15 Textiles and wearing apparel	42 59-60 Motion picture activities, etc.
21 P Education	43 62-63 Programming and consultancy
22 Q Health and social work activities	44 20-21 Chemical and pharmaceutical industry
	45 50-51 Maritime and air transport



Source: Author's own creation with data from the National Institute of Statistics and the Galician Institute of Statistics (2019).

Many of the sectors mentioned in this section, and related to the maritime complex, such as fishing, the wood industry, metallurgy, the manufacture of electrical equipment, the repair of machinery and equipment, the manufacture of metal products and, of course, the automotive industry, can be seen here. Undoubtedly, the great absentee in this figure is the shipbuilding sector, which has been significantly hit by successive crises, leading to a reconversion at the beginning of the 1980s. Today, other sectors, such as the automotive sector, have taken the lead in exploiting local resources and capacities. However, the current crisis in the automotive sector also leads to reflection on new ways of using these capacities. This is where the role of the nascent Galician aerospace sector can play a key role.

The fact that there is also an intimate relationship between the automotive sector and the aerospace sector is no mystery. The relationship between the two can be understood through several connections. First, the two industries share many similar technologies and manufacturing processes. For example, mass production of metal parts, construction of lightweight and strong structures, use of materials, supply chain management and implementation of quality control systems, among others, are areas where both industries have common experience and expertise. In addition, the automotive sector has been key in developing mechanical engineering and engine technology, and many of these innovations have been applied in the aerospace industry. Another important connection is the focus on efficiency and weight reduction in both sectors. The need to improve fuel efficiency in

the automotive industry has led to developing lighter materials and optimising production processes. These advances have been applied in the aerospace industry, where weight reduction is crucial for optimal performance and energy efficiency. Finally, the automotive and aerospace industries have been drivers of innovation in electronics and information, communication and control systems. Modern vehicles and aircraft increasingly rely on advanced electronic systems for control and safety, leading to the development of new systems and technologies that have been transferred to both sectors.

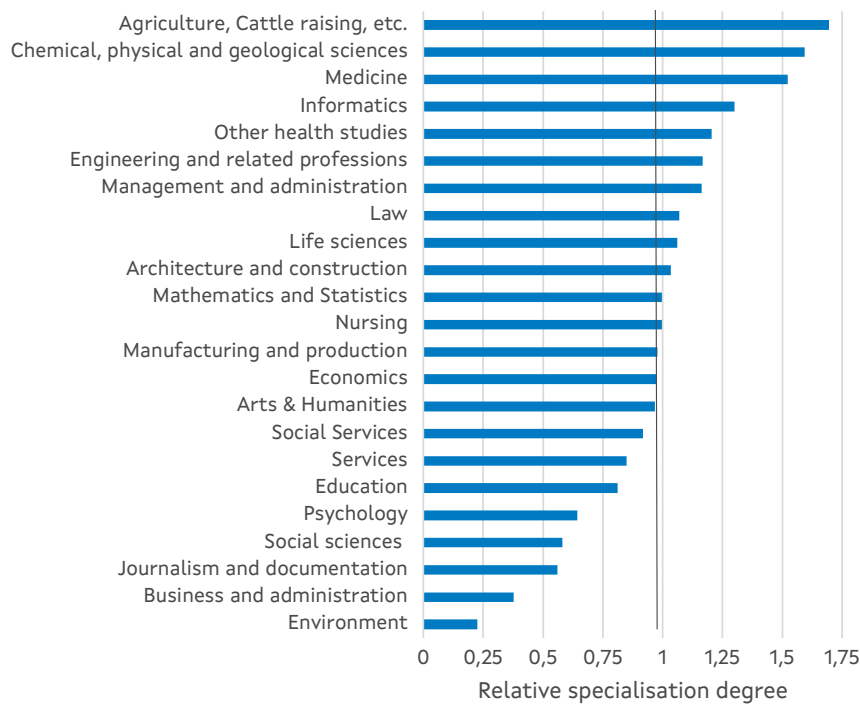
Galicia is no exception. Proof of this is the fact that almost a quarter of the members or collaborators of the Galician Aeronautics Consortium (CAG) also belong to the Galician Automotive and Mobility Cluster (CEAGA). Furthermore, some are making the leap between sectors, as is the case of the company UTINGAL or Delta Vigo.

The industrial trajectory of the region has generated an important business fabric in sectors such as automotive, energy, shipbuilding and metallurgy, among others, which demand highly qualified professionals in engineering. This has contributed to forming a highly specialised workforce in this field. For this reason, Galicia has a long tradition of training engineers and is renowned for the quality of its education in this field. The University of A Coruña, the University of Santiago de Compostela and the University of Vigo offer engineering programmes that are highly valued in Spain and abroad.

It is interesting to analyse the degree of specialisation of the workforce in the region compared to Spain. Figure 3 shows the degree of relative specialisation by degree. It can be seen that Galicia's profile, compared with that of Spain, has a strong inclination towards the scientific and technological field, with a predominance of students with degrees in areas such as Che-

mical, Physical and Geological Sciences, Medicine (and other health studies), Computer Science, Engineering and related professions, and Life Sciences. Moreover, Galicia shows a higher specialisation in all these degrees than the rest of Spain, given that its relative specialisation index is greater than unity.

**Figure 3.** Relative specialisation of university education in Galicia (academic year 2013-2014).



Source: Author's own creation with data from the Labour Market Insertion Survey of University Graduates (INE-2019).

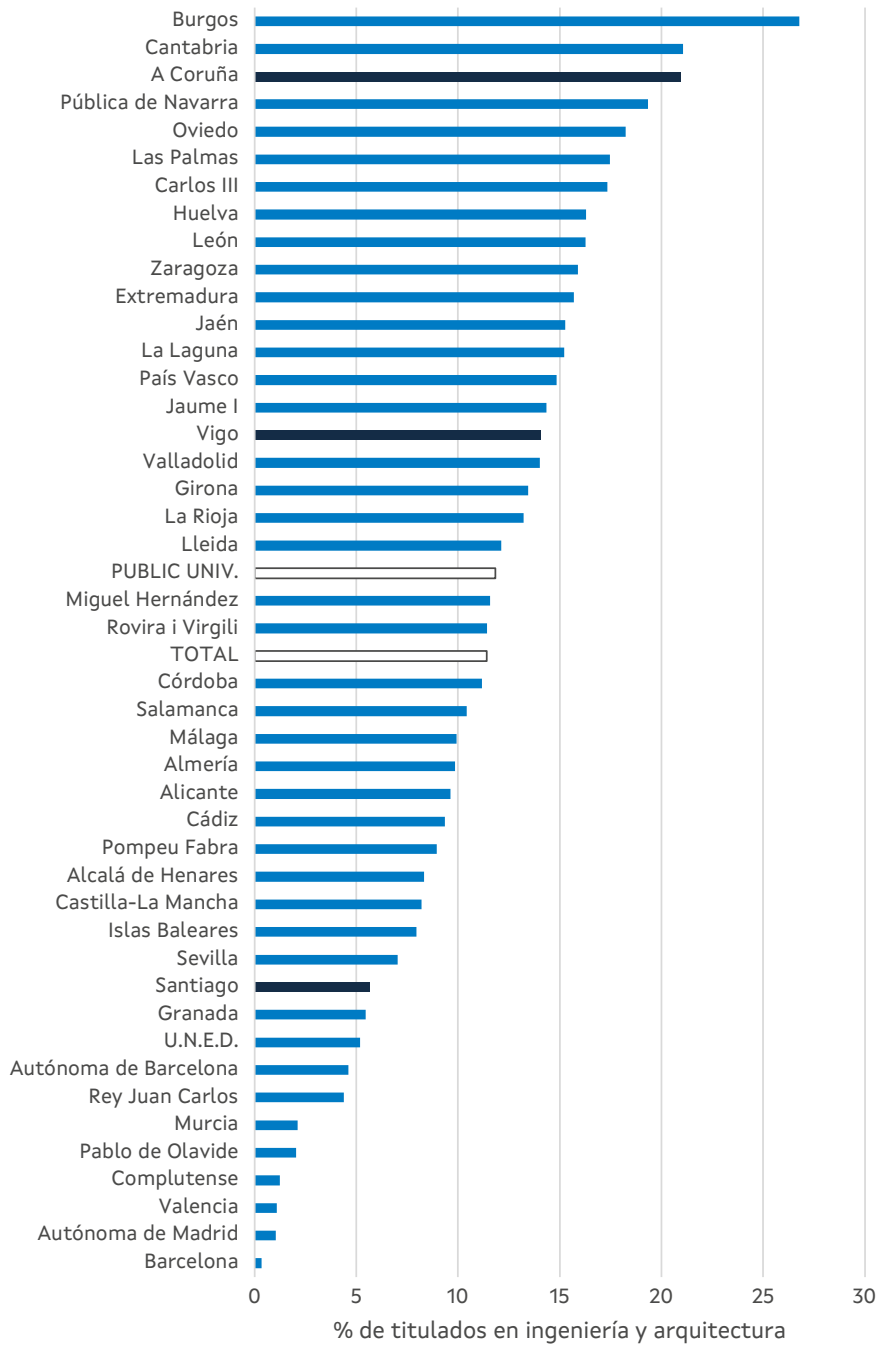
The profile of students in Spanish public universities reinforces this. Figure 4 shows the percentage of engineering and architecture graduates for each public university.

It can be seen that two of the three Galician universities (especially the University of A Coruña, followed by the University of Vigo) concentrate a proportion of students in this field well above the average of Spanish public universities (PUBLIC UNIV.), and also above the average of all universities, both public and private (TOTAL).

These data show a panoramic view of the skills of the Galician workforce, and its potential to boost productive activities that are intensive in the use of knowledge and technology. Of course, these skills profile also

has an important impact on the creation of regional companies. On the other hand, we should not forget that the success of the aeronautical sector is based on its rapid technological progress, and this technological change comes from a wide variety of sectors outside the aeronautical and space construction activity. Although many studies talk about aerospace-related activities, there are no empirical efforts to detect these related sectors from the available data on the activities of companies worldwide. In the following, we offer this analysis to show the recent evolution of entrepreneurship in these sectors in Galicia. In previous sections, we have studied Galicia's potential in the aerospace sector due to its industrial trajectory and the development of engineering capabilities. The analysis below will allow us to see whether these capabilities are being directed towards these sectors.

Figure 4. Engineering and architecture students in Spanish public universities



Source: Author's own creation with data from the Statistics on University Education in Spain (INE-2011).

To carry out this analysis, it is necessary to define, in the first instance, which sectors we will consider to be the most related to aerospace activity. For this purpose, we have taken the secondary codes of the economic activity of publicly registered companies in the Aeronautical and Space Construction sector worldwide (Bureau van Dijk, 2021), allowing us to see which sectors are preferably vertically integrated

with aeronautical construction. This vertical integration is undoubtedly the best global aerospace value chain approach, not only because it is a good indicator of the value chain of any economic sector (Richardson, 1972). In the case of the most innovative sectors, companies may decide to integrate (i.e. internalise) more activities of the value chain due to the problems related to intellectual property defense (Teece, 1986).



In this sense, vertical integration (as measured by the firm’s secondary activity codes) is an excellent indicator of activities closely related to a sector when it is innovative. Thus, although many of the activities carried out by aeronautical and space construction companies are “outsourced”, being a high-tech sector, we will find several of them deciding to internalise these activities to protect their technological innovations.

Once the selection of relevant sectors has been made, we will analyse the creation of companies in these sectors in Galicia compared to the Spanish case. But first, we will briefly explain the selection procedure for these sectors.

In this search for relevant sectors, we have selected all companies in the aeronautics sector (NACE code 303) registered in the Orbis database (Bureau van Dijk, 2021) to collect all the secondary activity sectors they report. This lets us know which activities tend to vertically integrate the companies in the sector, providing a rough idea of their value chain. The search yielded a total of 57,483 companies, 55% of which report more than one sector of activity (some report more than forty). Of course, the fact that an aerospace company reports a secondary activity does not necessarily mean that this activity belongs to the aerospace manufacturing value chain. For example, a company could be involved in producing cars as a secondary activity. Still, although there is a relationship in the knowledge bases engaged in both activities, we cannot say they belong to the same value chain. Thus, we will only consider those secondary activities that appear more recurrently (at least 100 appearances within the database), and are related to any of the parts of the aerospace manufacturing process, such as R&D and design; parts and components (software, elec-

tronic components, mechanical components, etc.); subsystems, and their integration (Bamber, Frederick & Gereffi, 2016). In this sense, we have eliminated from the selection all those activities that fall outside this process, such as training or marketing activities. Additionally, given that the focus of innovation policy is on high or medium-high technology activities, or knowledge-intensive sectors, we have focused our attention on these sectors (since, for example, some aircraft manufacturing companies also focus on less technology and knowledge-intensive activities, such as transport, rental or storage activities, among others, which we understand are not the objective of the policy to promote a development pole in the aeronautical sector). Finally, although we have a 4-digit CNAE disaggregation level, we have opted for a 2-digit disaggregation, as is done in studies of “related” activities (Frenken, Van Oort & Verburg, 2007), which gives us a broader spectrum of the type of capacities associated with the aeronautics industry.

Table 1 shows the most relevant sectors in our search, divided into high and medium-high technology manufacturing sectors (left) and knowledge-intensive services (right). These include the Manufacture of other transport equipment, including aircraft and space construction. Although this relationship is evident, we have included it in the selection for two reasons. The first is that, as mentioned above, scientific research considers “related” activities/skills, those that share a 2-digit classification in the CNAE code. The second is that one of the most recurrent secondary activities of aerospace companies in our database is the Manufacture of other transport equipment n.e.c. (NACE Code 3099), which confirms the relationship between activities with the same 2-digit NACE code.

**Table 1.** Most related activities to the aeronautical and space construction industry.

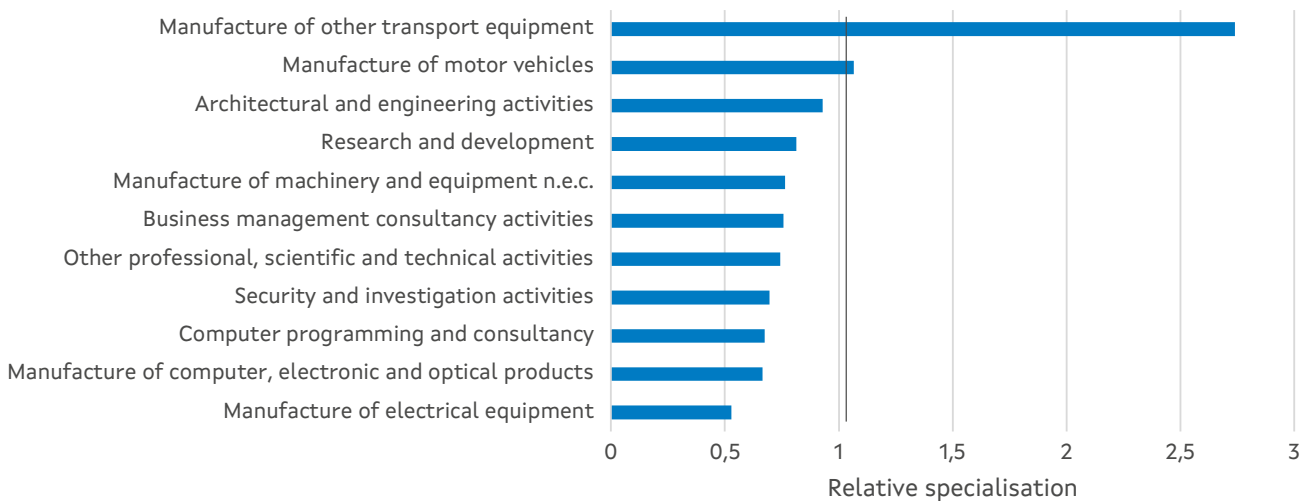
NACE-09	High & medium-high tech industry	NACE-09	Knowledge-intensive services
26	Manufacture of computer, electronic and optical products	80	Security and investigation activities
30	Manufacture of other transport equipment (excl. 303)	62	Programming, consultancy and other computer-related activities
28	Manufacture of machinery and equipment (excl. electrical machinery and equipment)	71	Architectural and engineering activities; technical testing and analysis
27	Manufacture of electrical material and equipment	74	Other professional, scientific and technical activities
29	Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers	72	Research and development
		70	Business management consultancy activities

Source: Author’s own creation with information from the Orbis database (Bureau van Dijk, 2021).

Within the total number of companies registered worldwide (57,483), 18.7% declared the fabrication of computer, electronic and optical products (especially the manufacture of instruments and apparatus for measuring, testing and navigation) as a secondary activity. This figure is well above the rest of the associated sectors, which shows the very high relationship of the aeronautical sector with this activity. It is followed by the manufacture of machinery and equipment (primarily the manufacture of pumps and compressors). Within knowledge-intensive services, the importance of computer programming and consultancy stands out. The other sectors listed in the table have a similar relative weight. However, this is undoubtedly not due to their lesser relevance for aerospace construction activity, but to the fact that these services are often outsourced.

Once the activities most related to the aerospace sector are identified, we will study the current situation and recent evolution of this entrepreneurial activity in Galicia. Figure 5 shows the relative specialisation index of Galicia in establishing companies for each sector detected as "relevant" in the previous analysis. It is not surprising that Galicia shows a higher relative specialisation than Spain (i.e. an index higher than unity) in company start-ups in the sectors of manufacture of other transport equipment (mainly due to shipbuilding) and manufacture of motor vehicles. In this sense, the data show a specialisation more related to Galicia's industrial history than to the aerospace industry.

**Figure 5.** Relative specialisation of Galicia in aerospace-related activities, based on the number of establishments per sector



Source: Author's own creation with data from the Central Business Directory (INE, 2021).

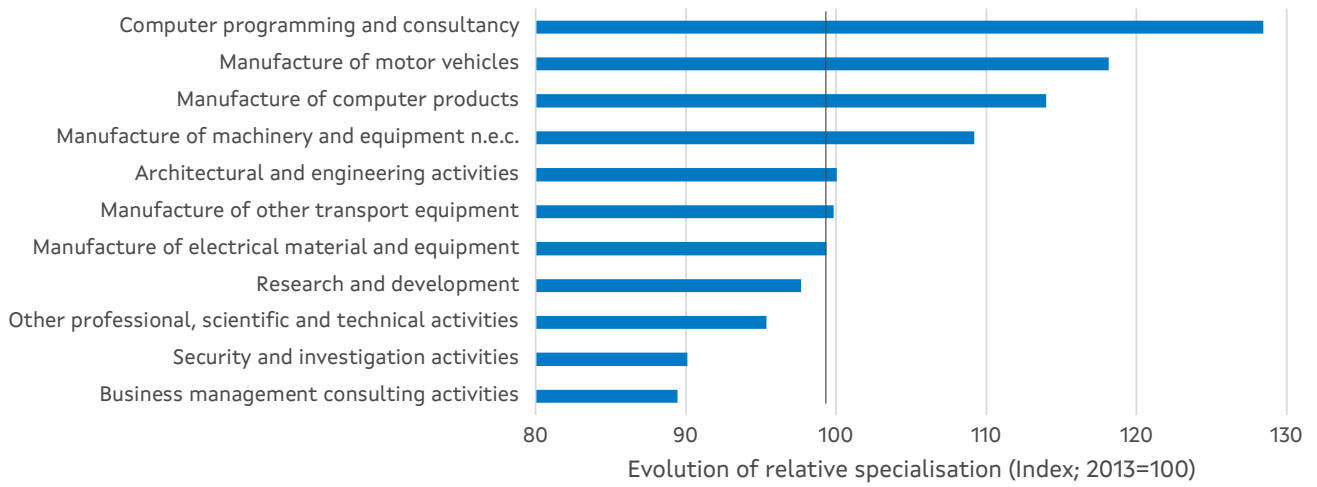
However, the dynamic analysis shows an interesting evolution. Figure 6 provides information on the evolution of the relative specialisation of Galicia in sectors related to the aerospace sector in the period 2013-2020.

It can be seen that there is a process of significant change in entrepreneurship in key sectors such as programming and consultancy and manufacturing of computer products.

Considering this industrial and knowledge base, it is time to focus on the current state and recent evolution of the Galician aerospace sector.



**Figure 6.** Evolution of Galicia's relative specialisation in aerospace-related activities.



Source: Author's own creation with data from the Central Business Directory (INE, 2021).



2

# **Internationalisation of the aerospace sector in Galicia**





# 2

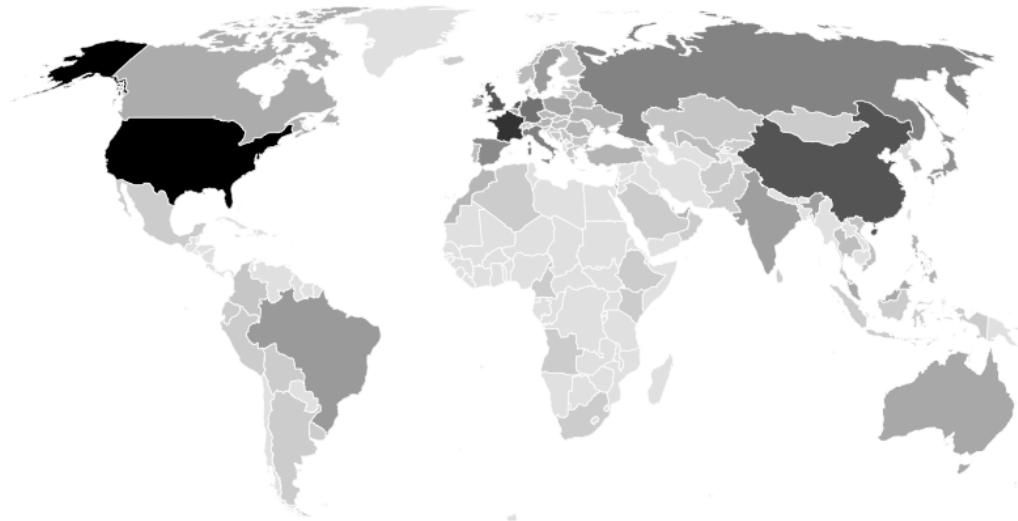
## Internationalisation of the aerospace sector in Galicia

### 2.1. Size and evolution of the Galician aerospace sector

Due to its intensity of knowledge and technological use, the aerospace sector is one of the industries with the highest concentration of economic activity. According to the Bureau van Dijk database (2021), ten countries account for more than 90% of total sales in the sector. Spain occupies a privileged position within this

high concentration, ranking ninth worldwide and fifth within the European Union, with approximately 1.5% of global sales. Figure 7 shows this concentration considering the turnover of the companies registered in the aerospace sector.

*Figure 7. Geographical distribution of aerospace turnover*



Source: Author's own creation based on Orbis database (Bureau van Dijk, 2021).

The United States accounts for about 40% of the sector's turnover, followed by Europe, led by France, the United Kingdom, Germany, the Netherlands, Italy and Spain. These six countries together have a market share similar to that of the United States. Outside Europe, China, Russia, India, Brazil, Japan, Korea and

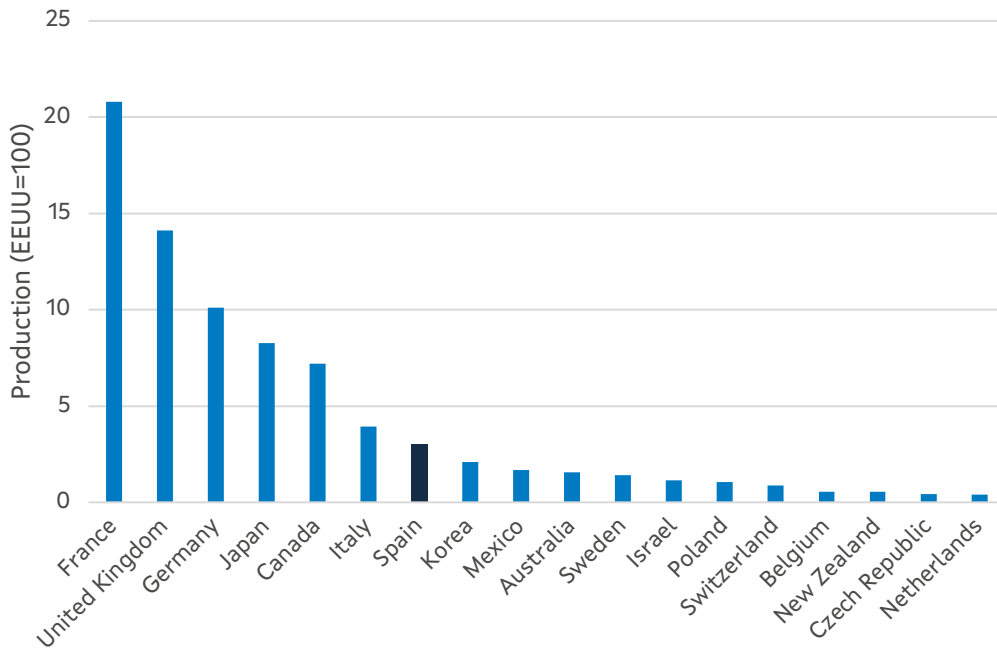
Australia, among others, stand out (Bureau van Dijk, 2021).

Of course, the turnover of companies whose main activity is aeronautical construction can be imprecise, as many are also involved in other activities.

For this reason, more accurate data on the sector's activity requires using aggregate data sources such as the OECD. Unfortunately, this source leaves out some of the economies that are important players in the sec-

tor, such as China, India or Brazil. Figure 8 shows the production at market prices of the aerospace sector as a percentage of US production. These figures clearly show Spain's leadership, ranking fifth in Europe.

**Figure 8.** Aeronautics production in OECD countries (United States=100)

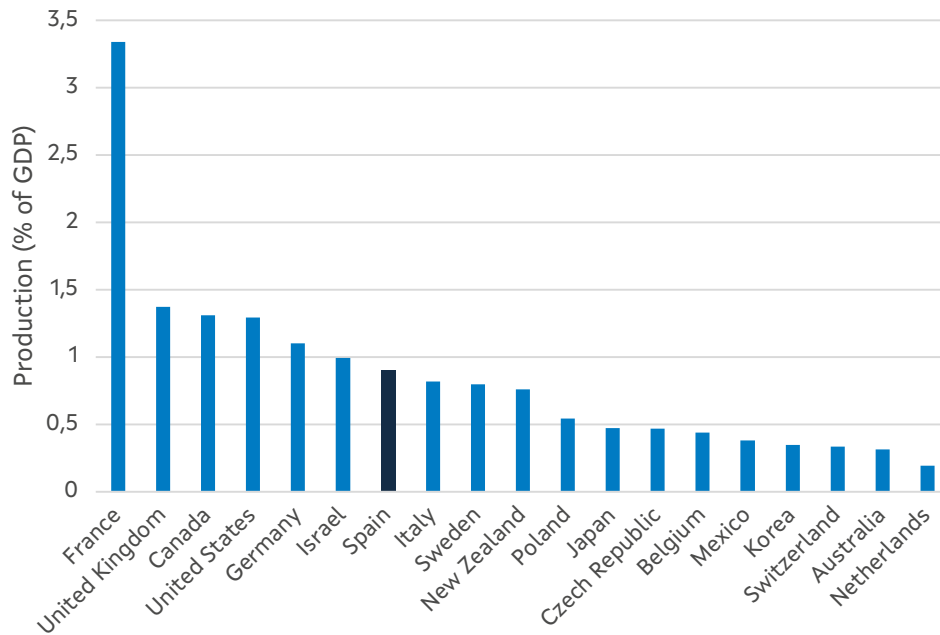


Source: Author's own creation based on STAN Industrial Analysis (OECD, 2020).

On the other hand, it is interesting to study the sector's relevance within the leading economies (Figure 9). In this case, it can be seen that the aeronautics sector is particularly important in the case of France,

where the value of production represents more than 3% of GDP. This figure is above the 1.3% of the United States, United Kingdom and Canada. In the case of Spain, this figure is around 0.9%.

**Figure 9.** The importance of aeronautical production (% of GDP).

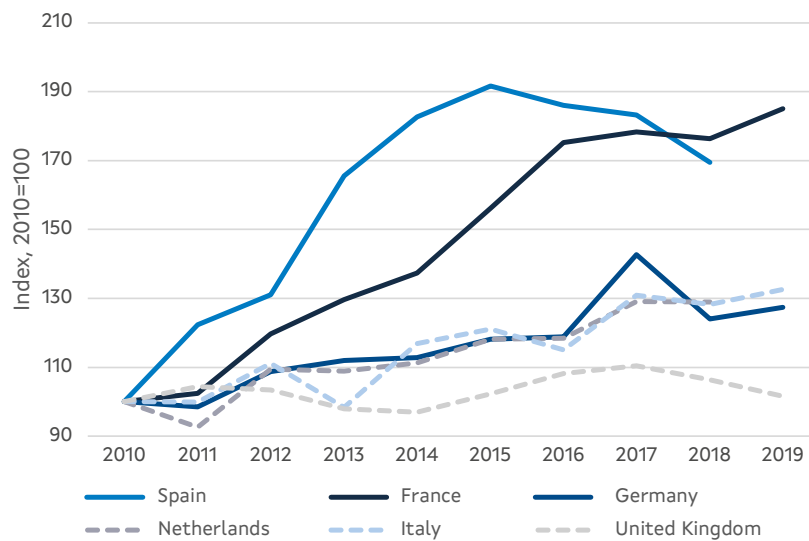


Source: Author's own creation based on STAN Industrial Analysis (OECD, 2020).

Spain and France have shown the greatest dynamism in recent years among the European countries with the most significant activity in the aerospace sector.

Figure 10 shows the production dynamics by country, based on 2010.

**Figure 10.** Aerospace production growth (Index, 2010=100)



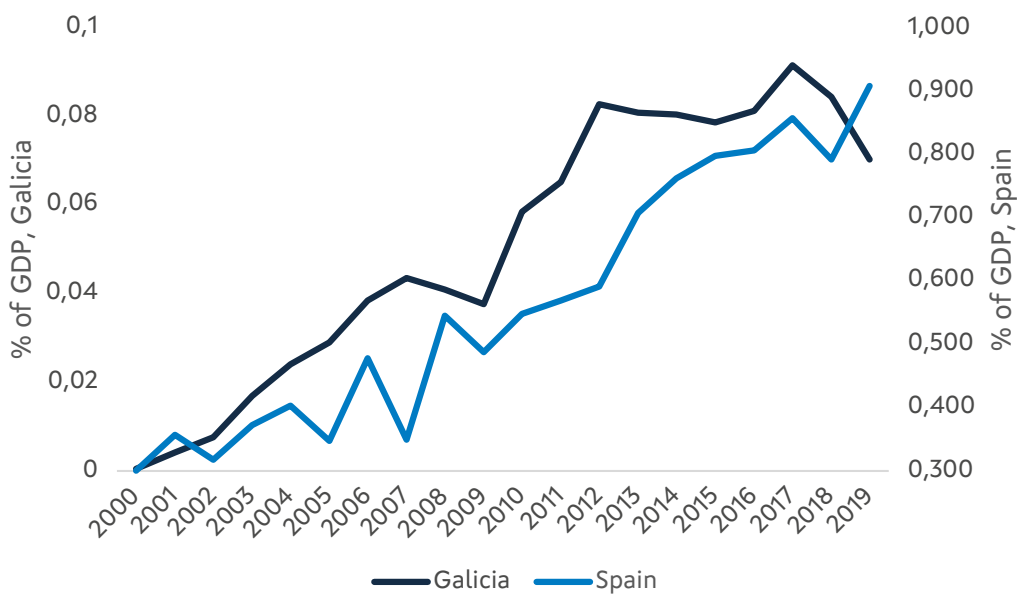
Source: Author's own creation based on STAN Industrial Analysis (OECD, 2020).

Although some regions in Spain have a much higher volume of activity in the aerospace sector than Galicia, as is the case of Madrid and Andalusia (due to the important presence of Airbus), in recent years, Galicia has shown itself to be one of the regions of Spain with the highest growth of activity and competitiveness in this field.

Thus, it is remarkable that, being Spain one of the fastest growing countries in the aerospace sector in

Europe, Galicia has not lagged behind in this period of expansion. Figure 11 shows how Galicia has gone from incipient activity in this sector to 0.1% of its GDP. Of course, its share of GDP is one-tenth of what this sector represents in the total national GDP. However, it is important to dimension this figure considering the volume of activity in Spain coming from the sales of the Airbus company, whose presence in Galicia today is still a project for the future.

**Figure 11.** Aerospace production in Galicia and Spain (% of GDP).



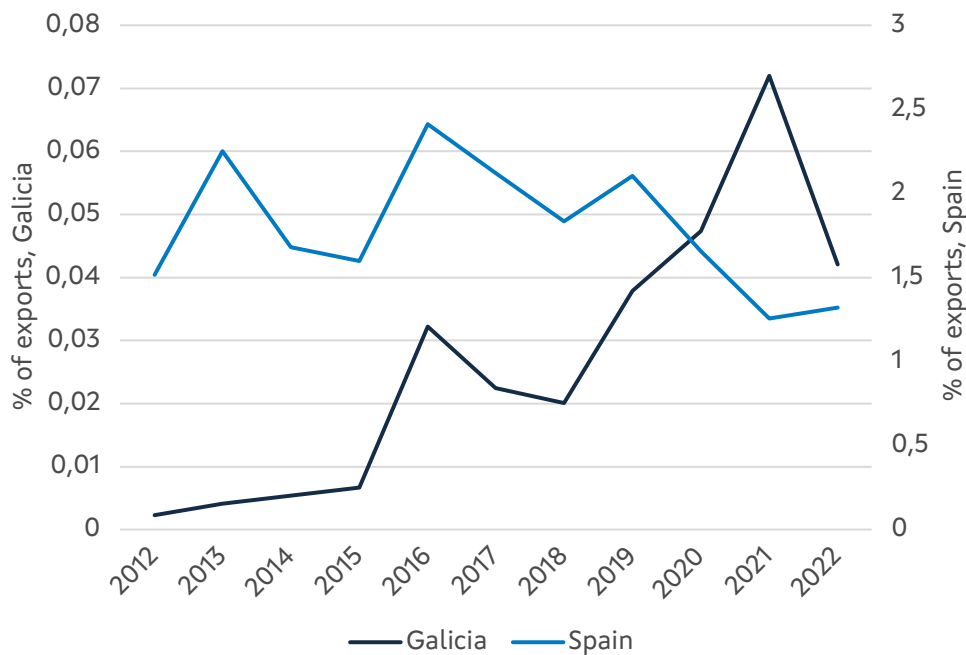
Source: Author's own creation with the Orbis database (Bureau van Dijk, 2021).



## 2.2. Internationalisation of the Galician aerospace sector

Although the production figures may be encouraging, the data that most convincingly shows the growing competitiveness of this activity in Galicia is its internationalisation based on export data. As in the case of production, this export activity is still very small, considering the volume of exports from Galicia in the automotive and textile industries. However, the dynamics are undoubtedly promising, growing faster than the national figures as a whole (Figure 12).

**Figure 12.** Evolution of aerospace exports in Galicia and Spain (% of exports).



Source: Author’s own creation based on the Spain’s Foreign Trade of Goods Statistics (DataComex, 2022).

Within the sector’s total exports, Andalusia leads in this area, with one of the world’s four Airbus final assembly plants, followed by Madrid, home of the third largest Airbus factory (specialising in the manufacture of aircraft tail parts). Between them, these two regions account for around 85% of Spanish aerospace exports. This volume undoubtedly overshadows the participation of the other Spanish regions. Nevertheless, it is important to highlight their relevant role within the global aerospace industry: even if we exclude exports from Andalusia and Madrid, total Spanish exports in 2021 were equivalent to the volume of exports from Japan (almost 600 million euros). Table 2 shows the percentage distribution of Spanish exports by region. In addition, the percentage variation between the two periods analysed is also shown.

It can be seen that behind Andalusia and Madrid, the Basque Country, the Balearic Islands and Castilla La-Mancha play a relevant role. Galicia does not yet occupy a very relevant position within this spectrum. However, from the point of view of the evolution of the volume of exports, Galicia is among the country’s most dynamic regions. Between the periods 2013-2017 and 2018-2022, its exports have almost quadrupled, from €14 million to €54 million. Only Asturias and Murcia grew faster, although with a substantially lower volume of trade than Galicia. Also remarkable is the growth of Castilla-La Mancha, and the large volume of activity in Ilescas (Toledo), with the participation of important companies such as Airbus, Aernnova or Delta Vigo.

In this sense, it is worth highlighting the role of Galicia which, although its position within the aerospace industry is still modest, is one of the most dynamic regions from the point of view of competitiveness in

a sector that is intensive in the use of technology and knowledge, and in one of the most dynamic countries in the world.

**Table 2.** Exports of air and spacecraft and related machinery, by region.

Regions	Total exports (%)		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

Source: Author's own creation based on Spain's Foreign Trade of Goods Statistics (DataComex, 2022).

A fundamental factor to have a clear reference on the competitive capacities in the sector is the type of production developed in the region. Therefore, a detailed analysis by type of product is provided below.

Over the last decade, aerospace production in Spain has undergone some diversification. However, in relative terms, this increased diversification has been overshadowed by its growing global market share in the manufacture of large aircraft. Previously focused on the manufacture of structures, the Spanish aerospace industry has broadened its scope to encompass the manufacture of parts, simulators, space and uncrewed vehicles, among others. This evolution has been driven by investment in research and development, as well as collaboration with international companies and participation in international aerospace programmes. Parts manufacturing has been a significant growth area in the Spanish aerospace in-

dustry, with companies specialising in producing key components such as engines, avionics and control systems. In addition, there has been an increase in the manufacture of simulators, which are essential tools for pilot training and cutting-edge technology development. Another area in which Spain has diversified its aerospace production is the manufacture of space vehicles, intensifying its international collaboration in this field. In addition, the Spanish aerospace industry has launched projects related to uncrewed vehicles, which are used in earth observation, surveillance and infrastructure monitoring applications.

This transformation of production activity in the sector has been evident in the competitive capabilities of Spanish industry. Thus, the sector's exports have also undergone important transformations. Table 3 shows the breakdown of Spanish exports by product type. Of course, large aircraft manufacturing (over 15 tonnes)

dominates the export figures, rising from less than two-thirds of the value of total exports, to more than three-quarters between the periods 2013-2017 and 2018-2022. Here the role of Seville and Madrid stands out, concentrating 94% of exports of this type of aircraft, which means almost half of Spanish exports of

the entire sector in the period 2018-2022.

Thus, Spanish specialisation has moved towards large aircraft, kite and spacecraft parts, propellers, rotors and landing gear, helicopters with an empty weight of less than 2 tonnes, and non-powered aircraft.

**Table 3.** Exports of air and spacecraft and related machinery, by product.

Products	Total exports (%)		Var. %
	2013-2017	2018-2022	
Balloons and airships, and other non-power-driven aircraft	0,05	0,08	46,9
Helicopters of less than 2000 kg weight	0,21	0,27	25,4
Helicopters of a weight exceeding 2000 kg	0,39	0,21	-49,6
Aeroplanes and airships weighing less than 2000 kg	0,17	0,06	-68,9
Aeroplanes and aircraft weighing between 2000 and 15000kg	17,6	5,0	-73,0
Aeroplanes and aircraft weighing more than 15000 kg	31,7	49,9	48,8
Spacecraft, launch vehicles and suborbital vehicles	0,41	0,54	23,5
Parachutes (incl. paragliders)	0,12	0,18	37,0
Aircraft launching and landing gear and parts	0,10	0,09	-9,4
Air combat simulators and parts	0,002	0,01	165,2
Flight simulators and parts thereof (excl. air combat simulators)	0,4	0,4	-14,1
UAVs weighing less than 250g	0,0	0,001	-
UAVs weighing between 250g and 7kg	0,0	0,001	-
UAV weighing between 7kg and 25kg	0,0	0,0001	-
UAV weighing between 25kg and 150kg	0,0	0,01	-
UAV weighing more than 150kg	0,0	0,0001	-
Propellers and rotors, and parts	0,26	0,43	57,1
Landing gears and parts	0,58	0,89	44,5
Other parts of aeroplanes, helicopters or unmanned aerial vehicles	44,9	37,2	-21,5
Parts of kites, and spacecraft, launch vehicles and suborbital vehicles	3,0	4,7	49,2
Total	100,0	100,0	-

Source: Author's own creation based on Spain's Foreign Trade of Goods Statistics (DataComex, 2022).

It is important to note that uncrewed aircraft was incorporated as a separate item in the product classification in 2022. Previously, this type of aircraft was included in helicopters and airplanes, depending on their size. Therefore, we only have accurate data on their export in that year.

Next, we will study how Galicia's competitive capabilities in the aerospace sector are distributed based on its exports and, on the other hand, how unique these capabilities are within Spain.

We have seen that the evolution of Spanish exports is strongly driven by the economic activity of Andalusia and Madrid, and especially by the export of large aircraft from Seville and Madrid (largely due to the activity of the two large Airbus factories).

In this sense, as it could not be otherwise, this centre of gravity of the national aerospace activity has an attracting effect on the activities in the rest of the regions of Spain. However, as we will see below, despite this inertia, Galicia also has its particular features from the point of view of its competitive capabilities.

Table 4 shows the exports of Spain and Galicia, by product. Exports from each of Galicia's four provinces (A Coruña, Lugo, Ourense and Pontevedra) are included for a more detailed analysis. To facilitate the reading of the table, we have included a greyscale highlighting the value of the absolute volume of exports, so that the smallest is white and the largest is black. This greyscale has been made separately for three groups: Spain, Galicia and provinces. Thus, we can identify separately where the competitive capacities are concentrated at the administrative level.

Between 2013-2017 and 2018-2022, Spain has specialised more clearly in manufacturing large aircraft, pushing aircraft parts (excluding propellers, rotors and landing gear) into second place. In any case, in the period 2018-2022, these two activities accounted for

87.1% of Spanish exports (as can also be seen in Table 3). In this sense, we can say that the recent history of aerospace competitiveness in Spain is more a story of specialisation (surprising, no doubt, for its volume), than a story of diversification.

On the contrary, the figures tell a very different story in the case of the Galician aerospace sector. Firstly, exports almost quadrupled between the periods studied. On the other hand, Galicia also went from a concentrated specialisation in aircraft parts (excluding propellers, rotors and landing gear), followed by the manufacture of medium-low weight aircraft, to placing a significant volume of products such as large aircraft (over 15 tonnes) and helicopters on the international market. Respectively, 22% and 17% of Galician exports in the sector.

**Table 4.** Exports of air and spacecraft and related machinery in Spain and Galicia, by product and province (thousands of euros)

Products	Spain		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
Balloons and airships, and other non-power-driven aircraft	13.869	20.377	0	7	0	0	0	0	0	6	0	0
Helicopters of less than 2000 kg weight	52.203	65.441	237	6.477	57	6	0	6.450	0	0	180	22
Helicopters of a weight exceeding 2000 kg	98.848	49.813	0	2.277	0	0	0	0	0	0	0	2.277
Aeroplanes and airships weighing less than 2000 kg	44.220	13.757	1.586	60	63	0	33	0	0	0	1.491	60
Aeroplanes and aircraft weighing between 2000 and 15000kg	4.480.482	1.210.556	1.595	0	1.595	0	0	0	0	0	0	0
Aeroplanes and aircraft weighing more than 15000 kg	8.060.484	11.990.313	0	11.464	0	11.464	0	0	0	0	0	0
Spacecraft, launch vehicles and suborbital vehicles	105.119	129.821	0	365	0	0	0	0	0	0	0	365
Parachutes (incl. paragliders)	31.276	42.863	9	0	9	0	0	0	0	0	0	0
Aircraft launching and landing gear and parts	25.200	22.839	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Air combat simulators and parts	455	1.207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flight simulators and parts thereof (excl. air combat simulators)	102.808	88.330	1	9	0	9	0	0	0	0	1	0
UAVs weighing less than 250g	0	308	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UAVs weighing between 250g and 7kg	0	245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UAV weighing between 7kg and 25kg	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UAV weighing between 25kg and 150kg	0	1.523	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UAV weighing more than 150kg	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Propellers and rotors, and parts	66.263	104.095	165	125	0	0	0	0	0	0	165	125
Landing gears and parts	148.346	214.300	74	137	0	0	0	0	0	1	74	136
Other parts of aeroplanes, helicopters or unmanned aerial vehicles	11.403.730	8.952.053	10.021	31.046	0	1	0	0	8.427	12.977	1.594	18.069
Parts of kites, and spacecraft, launch vehicles and suborbital vehicles	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>

Source: Author's own creation based on the Spain's Foreign Trade of Goods Statistics (DataComex, 2022).

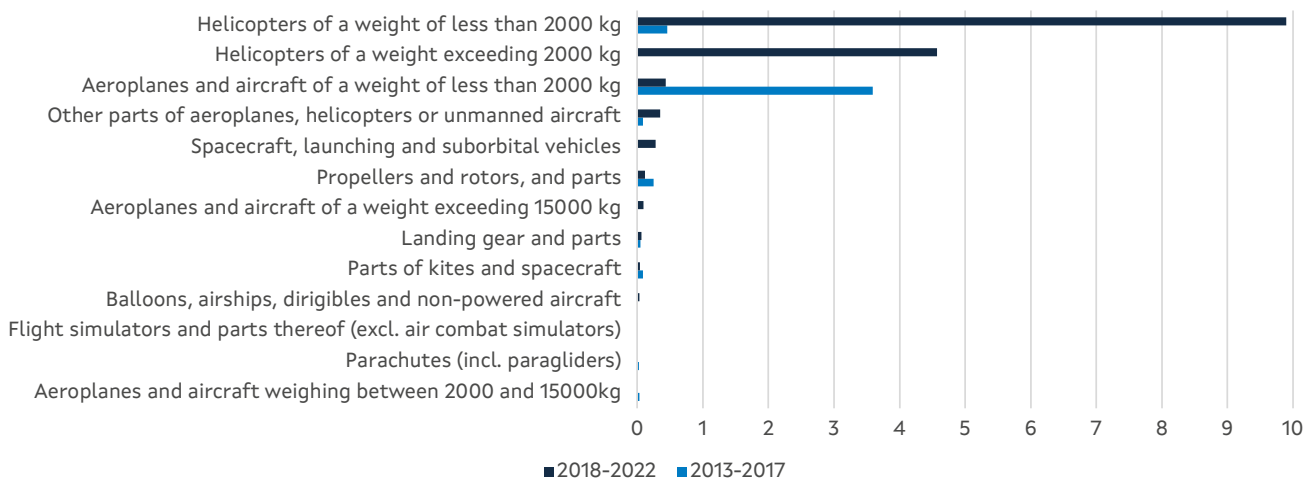
From the point of view of the location of the activity, a route towards diversification can also be observed. For example, Ourense, which accounted for 60% of exports in 2013-2017 (especially with manufacturing aircraft parts), will now account for only 25% in 2018-2022. In the latter period, in the same sector, export activity from the province of Pontevedra appeared very strongly, which also began to export helicopters with an empty weight of more than 2 tonnes. On the other hand, exports of aircraft over 15 tonnes were boosted in A Coruña. But perhaps one of the most surprising changes is the appearance on the scene of the province of Lugo, which went from incipient activity in the 2013-2017 period to contributing more than 10%

of Galicia’s exports through the placement of helicopters with an unladen weight of less than 2 tonnes.

From the point of view of the uniqueness of Galician capabilities in the aeronautical sector, exports of small helicopters stand out significantly. Although their volume in absolute terms within the sector’s total exports is very small, Galician exports in this area accounted for almost 10% of Spanish exports of this type of product in the period 2018-2022, as shown in Figure 13.

In second place are helicopters weighing more than 2 tonnes, followed by small aircraft, and aircraft parts.

**Figure 13.** Galician exports of aircraft, spacecraft, and parts thereof, within the national total (percentages).



Source: Author’s own creation based on the Spain’s Foreign Trade of Goods Statistics (DataComex, 2022).

Lugo’s emergence in the export of smaller helicopters also transformed the national competitiveness map in this area. Figure 14 shows this transformation. It can be seen that in the period 2013-2017 the manufacturing of this product was dominated by Catalonia and Valencia, followed by Andalusia and Madrid. In 2018-2022, Andalusia, Madrid, Valencia and, Castile and Leon lost their leading roles, while Castile-La Mancha appeared and, especially, Galicia moved from ninth to third position, passing the Balearic Islands, Andalusia,

Madrid, Castile and Leon, the Basque Country and Castile-La Mancha. Catalonia and Valencia remain leaders in both periods (2013-2017 and 2018-2022), although the former doubled its exports and took off from the latter, whose exports fell by 22%. On the other hand, Galicia multiplies its exports almost thirtyfold between 2013-2017 and 2018-2022. Only Aragon has a higher growth rate than Galicia, but its export activity is equivalent to barely 5% of Galician exports.

**Figure 14.** Exports of helicopters under 2 tonnes in Spain



Source: Prepared by the authors based on the Spain's Foreign Trade of Goods Statistics (DataComex, 2022).

This information is highly relevant from the point of view of the regional government's policy commitment to developing services for uncrewed aircraft. It should be recalled that before 2022 this type of aircraft was included jointly in the classification of airplanes and helicopters. However, there are reasons to believe that a good part of these helicopters are not UAVs: in 2022, a third of the volume of these products exported from Lugo during 2018-2022 was exported.

In any case, manufacturing small helicopters and drones undoubtedly share many similarities in engineering, materials technology, control systems, manufacturing processes and regulations. The experience and knowledge gained in helicopter manufacturing can be applicable and benefit drone manufacturing, resulting in synergies and efficiencies in the production of both aircraft. On the one hand, helicopter and drone manufacturing requires expertise in aerospace engineering, including aerodynamics, structures, propulsion systems and avionics. On the other hand, companies that manufacture helicopters often have extensive

experience in aircraft design and engineering, which can be applicable to drone manufacturing. In turn, helicopter and drone manufacturing involves the use of advanced materials and materials technology to create lightweight yet durable aircraft. Research and advances in materials technology for helicopter manufacturing, such as carbon fibre composites and aluminium alloys, may also apply to drone manufacturing. Moreover, control systems and avionics are essential components in helicopters and drones. Experience in designing and manufacturing control systems and avionics for helicopters can be transferable to drone manufacturing, as both types of aircraft require sophisticated electronics and communication systems for their operation. Additionally, helicopters and drones are subject to regulations and certifications in the aerospace industry. Companies already familiar with the certification and regulatory processes for helicopter manufacturing may have an advantage when manufacturing drones, as many of the same principles and standards apply to both aircraft.





3

**Towards the  
internationalisation  
of the aerospace  
industry in Galicia**





# 3

## Towards the internationalisation of the aerospace industry in Galicia

### 3.1 Challenges of the aerospace industry

The strategy of becoming a relevant player in the global arena requires a foresight exercise to draw a roadmap. In designing an innovation policy of this type, it is essential to sound out what alternative paths the future offers and know which will be easier to follow with the current knowledge and experience. In this sense, the first step is to ask ourselves where the aeronautics sector is heading. Based on discussions with relevant actors in the aerospace sector and the review of recent scientific research on aerospace, we have identified some challenges for the future.

The first of these is the transformation of manufacturing with materials development. Much progress has been made recently in developing new alloys already being manufactured for the industry with unique advantages. Composites, for example, are increasingly important in aircraft manufacturing. However, the new materials face significant challenges such as insufficient mechanical properties, fretting wear, corrosion cracking, etc. Research and development have an important path to follow in the future (Zhang, Chen & Hu, 2018).

The digital revolution also drives significant changes in manufacturing processes, and the aerospace sector is no exception. Changes such as additive manufacturing (3D printing) and other automated production transformations will drive the sector's future. However, additive manufacturing faces several challenges, such as part certification and quality control, high volume production, low variety of materials used, supply chain insertion, and machinery cost (Blakey-Milner, et al., 2021).

Another critical challenge is the transformation towards environmental sustainability of the aerospace industry value chain (Ruiz-Benitez, López & Real, 2017). Its high ecological footprint directs research towards the search for new technologies that increase energy efficiency, a goal that could mark the recent trajectory of the industry.

Additionally, another challenge lies in data requirements and management. The aerospace industry involves, among other things, structures, supply chains and air traffic that require significant information production and processing. The industry's move towards remotely piloted aircraft management and smart airports is accelerating, which also creates challenges related to cyber security (Ukwandu, et al., 2022). Furthermore, the development of new technologies is causing the capacity to generate more and better information to rapidly exceed the ability of current systems to manage it efficiently (Badea, Zamfiroiu & Boncea, 2018).

Within the challenge described above, the entry on the development scene of uncrewed aerial vehicles (UAVs or drones) is framed. This also offers the challenge of managing an increasing volume of data in an industry already intensive in the use and processing of information, as discussed above. Thus, for example, some challenges are the development of improved systems to detect aircraft, systems that allow sufficient autonomy to carry out avoidance manoeuvres in case of risk of collision, systems for the definition of precise space boundaries from sensors, the safe integration of drones in non-segregated airspace, their improved automation without direct manipulation by a pilot on the ground, etc.

All these challenges are somehow captured in the Strategic Project for the Recovery and Economic Transformation (PERTE) of the aerospace sector, promoted by the Spanish government. In this sense, Ga-

licia is not starting from scratch either, as one of the leading projects in its regional innovation policy and its flagship industrial policy for technological transition focuses on this last challenge.

## 3.2. Aerospace policy in Galicia

Public policies have focused on the Galician aerospace sector in the last decade. In 2012, the National Institute for Aerospace Technology (INTA) launched a project in Rozas (Lugo) to create an aeronautical research centre for uncrewed aerial vehicles (UAVs): the Rozas Aerial Research Centre (CIAR). It aims to attract the industry to develop and test this type of vehicle and its associated systems. At the time, potential synergies were seen between the development of these technologies and the geographical situation in Galicia (such as, for example, forest fires). In the words of INTA's deputy director of experimentation and certification, some Galician companies that specialised in helicopter production showed interest in attracting uncrewed helicopter tests to the developing centre.<sup>3</sup> This information is interesting, as it re-emerges the relationship of the local helicopter industry associated with the transformation project of the Galician aerospace sector.

Based on the government's previous experience in innovative public procurement strategy in the health sector, the Galician Innovation Agency (GAIN) includes in its Smart Specialisation Strategy (RIS3), 2014-2020, innovative public procurement as an instrument of technological transformation, and shows its objective of promoting a transition towards more technology-intensive sectors and, especially, aerospace sector. In 2016, the first phase of the Civil UAVs Initiative (CUI) was launched with the aim of using uncrewed aerial systems (UAS) in the civil sector to improve the provision of public services. Behind this first objective lies the ambitious goal of creating a new industrial trajectory, anchoring new knowledge and technologies in the region through demand-side policies (Uyarra & Flanagan, 2022). The policies of this initiative will revolve around CIAR, as the starting point of the nascent Galician aerospace development pole. This initiative aimed directly at the search for large industrial partners in the sector, which will activate and develop the technological pole, managing to involve major

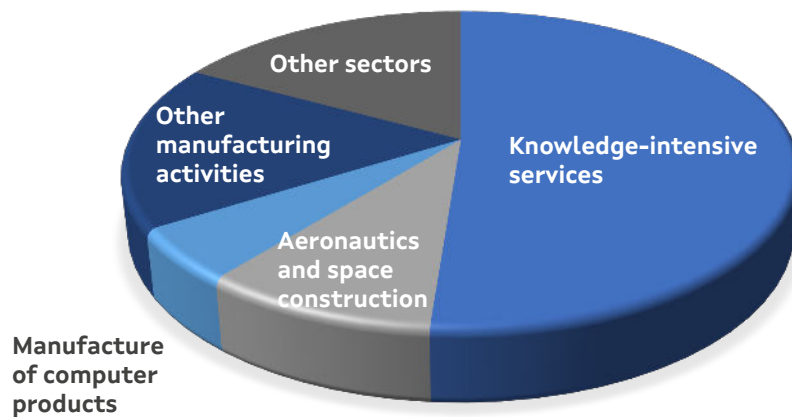
companies in the sector such as Airbus, Boeing, Indra, Babcock or Telespazio.

Several issues should be mentioned concerning this policy option. As we have seen when analysing the challenges of the aerospace sector, the Galician aerospace policy focuses on one of them, leaving others behind. In particular, this policy favours two areas: knowledge-intensive service activities, and the manufacture of small aircraft and their parts (given the "civil" nature of the project). This undoubtedly represents a challenge for the local Galician aerospace industry especially involved in the supply chain of large aircraft manufacturing. However, according to the consultations carried out by the author of this report, the presence of large companies is providing important incentives for the reconversion of the local industry's activities in line with the objectives of the CUI. However, this could be one of the most challenging inertia to break.

In any case, the choice of this development path seems to be the right one because of the capabilities developed by the Galician industrial trajectory. As we saw in previous sections, Galicia has important capabilities in the field of engineering, and the formation of companies is on the way to developing technologies and skills compatible with the region's current policy. As we have seen, the evolution of Galicia's specialisation in areas such as computer programming and consultancy, technical engineering services or the manufacture of computer equipment (especially the manufacture of instruments and apparatus for measuring, verification and navigation), shows the potential in this field. For this reason, it is no coincidence that more than half of the companies that make up the Galician aerospace community are concentrated in knowledge-intensive service activities. Figure 15 shows the distribution of the companies that make up the Galician aerospace community, by sector of activity.

<sup>3</sup> The press release can be consulted here: [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)

**Figure 15.** Galician aerospace community, by sector of activity.



Source: Author's own creation with data from the Galician Aeronautical Consortium and Bureau van Dijk (2021).

The coincidence of the business structure of the Galician aerospace community with the current regional policy is evident when analysing the type of tenders approved under the initiative. Table 5 describes the tenders approved for the public procurement of innovative solutions in the framework of the CUI. These descriptions are an excellent indicator of the initiative's objective. We can see that the priority is information capture, integration and processing systems. In

other words, the priority is systems, not structures. Drone manufacturing is, in this sense, a "means" and not an "end" for the CUI (at least in its current state). However, it can undoubtedly have a tractor effect on this activity by requiring the development of systems with specialised specifications. However, this effect can be expected to be particularly important in small aircraft manufacturing, which is the focus of drone manufacturing for civil and non-military purposes.

**Table 5.** Approved tenders for public procurement of innovative solutions based on uncrewed aerial systems under the Civil UAVs Initiative

Demand for solutions in the framework of the Civil UAVs Initiative (CUI)
Development of a platform enabling the <b>integration of all georeferenced data captured through UAV-transported sensors</b> , and to be used in all applications able to produce geographic information.
Design of a system to facilitate the elaboration and editing of <b>topographic basis based on data captured through sensors transported on UAV</b> and other aerial, marine or terrestrial vehicles.
Design and implementation of a <b>system able to support decision</b> taking on territorial diagnosis, regional planning and urban planning.
Development of systems to <b>generate georeferenced information</b> about the forest stand (type, growth, evolution, etc.), forests phytosanitary situation, and use and characteristics of forest land.
Providing Galician fishing fleet vessels with a <b>system integrating onboard safety</b> , marine rescue and fishing activity control.
Automation of oceanographic sampling with UAVs. <b>Sensing water quality</b> : marine and inland.
"Development of <b>equipments and systems</b> which notably improve UAVs <b>piloting and control safety</b> , thus providing an experimental system enabling the testing of joint operations involving several aircrafts and ensuring sufficient safety level."

Source: Author's own creation with information from the Galician Innovation Agency (GAIN) website.

It is important to highlight that the interest of large companies is in line with the initiative's objectives. Although their participation involves the manufacture of drones, the main objective is the development of systems. Most notably, the development of autonomous flight of UAS, systems for integrating drones with other aircraft in the airspace (U-space), intelligent connectivity, digital interoperability, etc.<sup>4</sup>

This is the ambitious project that Galicia is considering, based on its industrial capabilities and previous experience with using mission-oriented innovation policy instruments, such as innovative public procurement. Although it is still too early to know how successful this initiative will be, its results are promising. With a planned investment of 540 million euros for the period 2021-2026 (54 M€ local public funds; 236

M€ national and European public funds; 250 M€ private funds), it has managed to involve five large companies, and around 650 products, 10% of which are already on the market. On this last point, it is important to draw attention to the fact that, although local government acquires the results of innovative activity in the form of public procurement, these results can also be commercialised by the originator companies by granting a royalty payment to the public sector. This formula opens up the possibility of stabilising the production of research results by expanding their markets.

In the following, we will analyse the initiative in the light of international experience with the formation of development clusters.

### 3.3. International experience

In promoting a development pole in a high-tech industry, one of the most important issues to consider is knowledge about the factors that favour the emergence of clusters of companies in this type of sector. This is especially important in the case of the aerospace sector, whose geographical concentration is one of the highest in the world's economic activity. For example, according to the register of firms in the Air and Space Construction and Machinery sector, only five states within the United States accounted for one third of the world's firms in the sector in 2021. Although in the case of Europe, this concentration is lower, with only ten regions accounting for a quarter of registered firms in this sector (Bureau van Dijk, 2021).

The formation of clusters of high-tech firms (whether in the form of regional innovation systems, clusters or development poles) has been studied from at least two perspectives. The first perspective suggests that the main driving force behind geographical concentration in a few regions is the existence of a local bottom-up phenomenon, in which a set of agents develop specialised capabilities that generate knowledge spillovers that manage to cross the borders of their organisations (companies, universities, research centres, etc.) and, in combination with other capabilities and knowledge of agents belonging to other organisations, technological progress and productive improvement is generated. In this cumulative process of knowledge flow, the "closeness" between agents is crucial due to the tacit nature of knowledge and the

need for interactive learning. This approach, best represented by the concept of the regional innovation system (Freeman, 1995; Lundvall, 1988), draws attention to the relevance of the local context (as opposed to the global context) in shaping a technological development pole. On the other hand, the difficulties in the flow of knowledge between agents mean that knowledge tends to stay in the place where it has been generated (Von Hippel, 1994). This phenomenon causes a high geographical concentration of companies in technology- and knowledge-intensive sectors.

A second strand argues that clusters of high-tech firms are not necessarily the result of local interactions within regional innovation systems. Many innovations are developed or designed in places other than the regions where they are ultimately produced. Thus, for example, large pharmaceutical companies produce large-scale drugs developed in laboratories in different countries. Similarly, aircraft construction is dispersed in different locations, taking advantage of R&D, labour force, production costs, government support and other factors. For example, Airbus has more than 20 plants that manufacture and assemble various aircraft parts before they are transported to factories for final assembly. In turn, the plants that manufacture the aircraft parts depend on thousands of suppliers for the development of their parts. According to this approach, it is the global (as opposed to the local) dimension that generates a trajectory towards agglomeration of firms in high-tech sectors.

<sup>4</sup> The targets of the R&D project of the initiative can be consulted here: [https://www.civiluavsinitiative.com/programas/programa\\_id/](https://www.civiluavsinitiative.com/programas/programa_id/).

Large multinational firms in these sectors can serve as anchors for the creation of demand for skilled labour and specialised intermediate industries, as well as for the diffusion of knowledge for the creation of new technology-intensive firms within the region. This is what is known as the anchor hypothesis (Feldman, 2003; Niosi & Zhegu, 2005), where the global movement of entrepreneurial activity serves as an impetus for the formation of high-tech firms and skilled labour pools within the region. Although this hypothesis has been widely used in the field of the study of foreign direct investment movements, it is worth analysing on a case-by-case basis how this anchoring can be effectively fostered. In any case, the existence of an anchor company has been identified as one of the best practices in the development of aeronautical clusters (Paone, 2016).

Of course, in this paper we do not propose to opt for one of these two approaches, but rather to show how their views can be complementary in the analysis of the current situation of the Galician aerospace industry, in order to have a more informed basis for the development of policy strategies to promote it. The idea that the two previous approaches (local vs. global) are complementary is already present in innovation studies. On the one hand, the gains obtained in the process of learning and knowledge flow between members of a local community. On the other hand, the advantages of investing in building communication channels with other actors originally located outside the local environment (Bathelt, Malmberg & Maskell, 2004). This need to balance the type of networks in which to participate can be explained - at least partially - for two reasons. First, global connections facilitate access to a wider variety of knowledge for the region, while local collaboration facilitates the diffusion and combination of this knowledge within the region (De Noni et al., 2017). Secondly, knowledge flow at the global level is often technical and codified due to the absence of (or little) personal interaction, while local collaboration strengthens the elements that facilitate the transformation of knowledge from other distant regions into tacit knowledge through learning-by-doing and its transmission (D'Este et al. 2013).

On the one hand, we have the local capabilities that Galicia has developed in its industrial trajectory, focused on activities related to engineering and industries relatively associated with the aeronautical sector. But, on the other hand, the possibility that this trajectory may be directed towards the significant expansion of a growing aerospace sector, given its relatively modest place in the national and European scene. In this scenario, public policy can play a relevant role, creating new trajectories based on local

capacities and networks. Thus, the anchor company strategy complements local capacities to absorb and circulate the knowledge spillovers generated by these large companies.

In this sense, the fact of attracting "anchor" companies with the CUI is consistent with the experiences of good practices in other aeronautical development poles. However, as mentioned above, this is not enough to guarantee the proper functioning and development of the regional innovation system. At this point, we must turn our eyes to the local context.

Undoubtedly, one aspect to consider in the design of innovation policy is the components of the innovation system to detect *missing actors* or *system failures*. Both could cause bottlenecks in the creation of the development pole (Klein Woolthuis, Lankhuizen & Gilsing, 2005).

In terms of actors, the first step in boosting the sector is undoubtedly the creation of a cluster that brings together companies from different sectors with relevant capacities. Within this group of companies, it is essential to have a varied structure that includes large "anchor" companies (as we have already mentioned) and large local companies, SMEs and spin-offs. In this area, as we have seen, Galicia has good indicators. The creation of companies in areas relevant to the CUI is taking place. However, future policy initiatives should be based on analyses of the barriers to the creation of such companies, to maintain their renewal and boost their growth. Here, not only formal issues related to start-ups are relevant but also, as we will see below, the role of intermediary actors and potential market entry networks. We will return to this issue later.

On the other hand, universities, research centres and technology centres are needed to generate synergies and opportunities for cooperation aimed at generating R&D, and to facilitate learning and the flow of knowledge among their members. The role of these centres is twofold: on the one hand, they must be a source of cutting-edge research in fields relevant to the development pole and, on the other, they must provide technological services to companies that enable them to absorb this new knowledge in the form of technological developments. On this point, Galicia is a relevant benchmark at national level. Technology centres are increasingly important in the Galician innovation system (Salazar-Elena, 2021). Technology centres such as AIMEN (materials and manufacturing technologies), GRADIANT (telecommunications), Instituto Tecnológico de Galicia (ITG), Instituto Tecnológico de Matemática Industrial (ITMATI), or the Centro Tecnológico de Automoción de Galicia (CTAG), among others, participate in the CUI. Of course, Galician uni-



versities also enjoy wide national and international prestige, and some of them also participate in the CUI through centres such as the Centro Singular de Investigación en Tecnoloxías Intelixentes (CITIUS), or the Laboratorio do Territorio (LaboraTe), both from the University of Santiago de Compostela. On the other hand, Galician universities also have programs related to the sector such as the Master in Operations and Engineering of Uncrewed Aerial Systems (Universities of Vigo and Santiago de Compostela), the Degree in Aerospace Engineering (University of Vigo), or the Higher Cycle in Aeromechanical Maintenance (Centro Público Integrado de Formación Profesional As Mercedes).

Despite this good profile, one of the challenges for the future is to incorporate these research teams (technology centres and universities) in a more decisive way into cutting-edge projects in sectors related to the development of UAS. This effort would also result in the internationalisation of the sector, attracting local talent to projects of global relevance. An interesting example within Galicia is ITG's participation in the DOMUS (Demonstration of multiple U-Space suppliers) project. Some examples in other regions are the participation of the Institut de Robòtica i Informàtica industrial and the University of Seville in the GAUSS (U-Space) project. The latter also joined the SAFEDRONE project, led by Indra.

Of course, none of this would be attractive without the existence of a market to act as a driver of entrepreneurship and investment. In a market such as aerospace, the shaping of an attractive market is undoubtedly driven by the concurrence of large buyers, such as the state or large companies. Although the state can play (and is playing) a central role here through innovative public procurement, the system's stability over time depends on the participation of other buyers to maintain the system's vitality. Here the concurrence of large companies, or the interconnection with other development poles to complement their value chain, can be central. Undoubtedly, a great advance has been made with the inclusion of important companies in the sector, whose experience and interaction with local actors in the development pole can be fundamental for future business development. In fact, in interviews with some local CUI actors, some mentioned that one of their main motivations for participating in the initiative is that companies such as Airbus, Boeing or Indra have them on their "radar" when they need solutions associated with their competences.

On the other hand, on the issue of market size and demand traction, partnerships can also be crucial. In

this sense, the Galician government has promoted several initiatives through the Galician Innovation Agency (GAIN). One of these is the so-called UAS Nation which, among other objectives, aims to achieve greater coordination between regions in Spain for the public procurement of drone-related solutions (signed by 8 Spanish regions). Another is Galicia's participation in the Ibero-American Forum on Public Procurement of Innovation (PPI) and Open Innovation organised by the Inter-American Development Bank (IDB). This forum is not particularly linked to the aerospace sector. Still, Galicia has taken a leading role as a pioneer region in implementing PPI in Spain. Undoubtedly, this position could give it a privileged place in solving challenges of public administrations in Latin America based on UAVs. Finally, there is also the incorporation of Galicia in the Vanguard Initiative, within the framework of the European smart specialisation platforms, which includes 38 European industrial regions. This initiative does not focus on the aerospace sector either. However, its objective of finding synergies for creating interregional projects can be of great help in the search for markets and knowledge for the development of the Galician aerospace sector.

Unfortunately, these coordination efforts have not yet borne significant fruit. Still, it would be interesting to redouble efforts to explore these avenues of collaboration, given their potential benefits for the internationalisation of the sector.

Another option regarding markets is coordination with other development clusters engaged in activities included in the drone value chain. For example, according to the European Cluster Collaboration Platform, there are 38 European aerospace sector clusters, and ten are related to UAS (one located in Seville).<sup>5</sup>

Finally, the concurrence of other relevant actors will also be essential, such as financiers (especially those specialised in innovative entrepreneurship, such as venture capital), sectoral organisations acting as hubs, etc.

As for system failures, these can be of various kinds and are connected to issues such as infrastructure (adequate space for research and development, roads, railways, connection with nearby airports, ICTs, etc.), institutions (regulation, social values, political and business culture), and the interaction between agents.

Infrastructure-related failures refer to the absence of physical infrastructures that actors need for the proper functioning of the development pole. These are

<sup>5</sup> This information can be consulted in Webpage of the European Cluster Collaboration Platform, here: <https://reporting.clustercollaboration.eu/industry>



not limited simply to communication infrastructures, such as roads, railways, connections with nearby airports and ICTs. They also refer to other infrastructures related to developing science and technology activities. In this respect, Galicia has specific facilities for developing UAV-related projects. Undoubtedly the most relevant for the CUI is the CIAR, but it is not the only one (for example, ANCORA Drone Test Center managed by the ITG). The success of the development pole depends on these test centres, especially the CIAR, becoming a focus of attraction for agents interested in developing and testing innovations associated with UAVs. Developed infrastructure in a favourable environment is a good start, but the challenges do not end there. Institutional issues could become a bottleneck, as we will see below.

As for institutional failures, these can be obstacles presented by either formal or informal rules. Formal ones are intentionally created or designed (laws and regulations), while informal ones evolve spontaneously (social values, political and business culture). Regulation can play a key role in developing a regional innovation strategy. The testing and use of newly developed technologies may not fully conform to the existing legal and regulatory framework. This will lead to the need for flexibility on the part of the relevant authorities and, quite possibly, to regulation changes. This is a fundamental aspect for the growth of the Galician aerospace development pole. Several centres could host drone development and testing in Spain. Some examples are the Centre for Aerospace Technologies (CATEC) in Jaén, or the Fuerteventura Technology Park. Some of the CUI participants have suggested that greater flexibility for developing tests at CIAR would be desirable, so as not to lose ground to other centres to which relevant actors for the development of the Galician aeronautical cluster might be more attracted.

This connects with the failures in informal institutions, as a political and business culture that facilitates this flexibility towards technological change is essential. But this flexibility is not limited to the regulatory framework. For example, when the regional innovation strategy involves the transition of an established sector towards new technological challenges, some established firms may resist change due to the inertia generated by "business as usual". This is particularly relevant in the case of companies that have carved out a niche for themselves within the sector, and do not find a reason to restructure their activities. In their view, policy should reinforce the status quo rather than drive transformation.

Undoubtedly, one of the most widely studied systemic failures in scientific research is the interconnected-

ness between actors. Concepts that have been flagships of innovation studies over the last three decades, such as regional systems of innovation (Freeman, 1995) or open innovation (Chesboroug, 2003), emphasise this problem. In the following, we will comment on some of the failures of this type that we judge relevant for the present report.

A first interaction failure is an inefficient connection between scientific knowledge generation and industrial activity. Although scientific research centres are key actors in a sectoral innovation system, scientific researchers are not the most capable or motivated to generate technological developments from their research results. And, for their part, companies generally cannot transform scientific research into technological solutions. In this sense, the existence of "knowledge brokers" who take knowledge from scientific research to technological development is fundamental to the system's success. These agents tend to be the so-called knowledge-intensive services (KIBS), concentrated in research and development sectors such as technical engineering services, computer programming and consultancy activities, and technical testing. Within these actors are the technology centres, whose role is to become a source of technological solutions for companies. On this issue, as mentioned above, Galicia starts from a good base. However, a strategy that promotes the participation of these agents by connecting knowledge to projects of global relevance with the local fabric is essential for the internationalisation of the development pole.

Another common failure in developing sectoral innovation systems that we will address in this paper is the lack of variety and renewal of their technological base, a product of the low renewal rate of companies (especially SMEs and spin-offs). Although this failure is not necessarily connected to the problem of interaction and network formation at first sight, it is closely related to a problem identified in the scientific literature on the structure of clusters within the aerospace sector (Lucena-Piquero & Vicente, 2019). For sectors in which industrial organisation is based on separable production processes in modular phases (as is the case of the aerospace sector), the existence of large companies capable of managing the convergence and interoperability between separate pieces of knowledge is one of the key conditions for clusters to achieve a leading position in the markets. Large, highly connected companies that design technology standards coexist with other, more loosely connected companies, usually new entrants (such as spin-offs and SMEs). This form of clustering generates a structure in which the capabilities of the central organisations in the value chain (i.e. the large firms) to manage the innovation process are not competing, but

are compatible with the activity of the new firms. This knowledge network structure has been observed not only in major clusters in the aeronautics sector, such as those in Montreal, Seattle, Toulouse and Toronto. It has also been found in the biotech industry in Boston, and in the film industry in Hollywood. According to empirical evidence, this strong inter-firm hierarchy favours technological renewal in the cluster. For new entrants, connections with leading firms at the centre of the value chain are often the opportunity to cross the bridge between R&D and commercial prospects. In other words, the rapid linking of start-ups (with new ideas) with large companies can be the difference between commercial failure and success, and thus of technological renewal. In this sense, the participation of large companies that allow the technological developments of small local companies to be rapidly scaled up is particularly relevant for the renewal of the technological base of the Galician aeronautical cluster.

Although so far we have referred to the failure of interconnection between agents as a problem of “weak networks”, we can also have the opposite problem: networks that are too strong (Carlsson and Jacobsson, 1997). In this case, the strength of inter-firm ties means that some firms are unable to correctly assess the opportunities presented by new knowledge or new technologies. This may cause firms, institutions and networks to become locked into old technologies. In fact, the initially “virtuous” circles in the formation of alliances between specialised firms within the same value chain could hinder the process of diversification and technological change in the region. Public policies have proven to be effective in breaking this industrial trajectory of technological stagnation.<sup>6</sup> This problem may be present in the large Galician aerospace companies, which have formed strong links as suppliers to the large aircraft construction value chain. However, as mentioned above, the participation of large multinational companies seeking new objectives associated with the CUI may be a determining factor in the technological transition of the sector.

---

<sup>6</sup> This is suggested by Carlsson and Jacobsson (1997) in the case of the Swedish pharmaceutical industry.

# 4

## Conclusions





# 4

## Conclusions

This report aims to provide a snapshot of the current situation of the internationalisation of the Galician aerospace sector, and to assess its potential for growth and internationalisation in the light of the lessons learned globally on the formation and development of aerospace clusters.

Firstly, we have shown that Galicia's recent industrial trajectory has generated productive skills in medium-high technology activities, especially related to the aerospace industry, and also a relative specialisation in the training of highly qualified engineers. In turn, this trajectory has had an important effect on the creation of companies in sectors closely related to the aerospace sector, such as computer programming and consultancy, computer equipment manufacturing and technical engineering services.

From the point of view of its internationalisation, the Galician aerospace industry has undergone important transformations. Although the region is not currently among the communities with the highest levels of exports, between the periods 2013-2017 and 2018-2022, its exports have almost quadrupled. In this sense, Galicia's role as one of the most dynamic regions from the point of view of competitiveness, in a sector that is intensive in the use of technology and knowledge, and in one of the most dynamic countries in the sector worldwide, is noteworthy.

Another important aspect to highlight is the diversification of its exports, going from a specialisation concentrated on aircraft parts to placing a significant volume of aircraft and helicopters on the international market. Small helicopter exports (less than two tonnes) are particularly noteworthy, with Galicia accounting for almost 10% of national exports of these products. This increase took Galicia from ninth to third place in exports of small helicopters among Spanish regions between the periods 2013-2017 and 2018-2022, behind only Catalonia and the Valencian Community.

The research also showed that the Galician government's innovation policy choice is in line with one of

the future challenges of the aeronautics sector, and is consistent with local capabilities and the objectives of large multinational companies in the sector.

From the point of view of lessons learned from the industry at global level, we show that there is an important intersection between the initiatives of the Galician government and the good practices of the aerospace sector at global level. Especially regarding the participation of large multinational companies, technology and research centres, and companies with capabilities relevant to the challenges presented by the industrial transformation proposed by the local government.

However, a number of challenges were identified for the future. One of them is to incorporate companies and research teams into cutting-edge projects in sectors related to the development of UAS. This effort would also result in the internationalisation of the sector, attracting local talent to projects of global relevance. Although there are experiences in Galicia, its presence in this type of projects is still scarce in comparison with other agents at national level. On the other hand, it is essential to broaden the horizons of the development pole, both nationally and internationally. The Galician Innovation Agency (GAIN) has promoted several initiatives in this sense, such as the UAS Nation initiative, Galicia's participation in the Ibero-American Forum for Public Procurement of Innovation (PPI) and Open Innovation, or the Vanguard Initiative in the framework of the European Smart Specialisation Platforms. However, the results of these efforts have not yet generated significant results in terms of coordination between CUI organisations and other Spanish, European or non-EU regions. In this sense, it would be important to redouble efforts to exploit the potential of these interesting initiatives.



# References







## References

- 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.



