



Desarrollo de un plan de estudios de técnico en
mecatrónica aeroespacial.

Resultado 2

Resumen de conclusiones y resultados

FECHA: 23/11/22



The materials published on the SWIFT SME project website are classified as Open Educational Resources' (OER) and can be freely (without permission of their creators): downloaded, used, reused, copied, adapted, and shared by users, with information about the source of their origin.



Co-funded by
the European Union

"The European Commission support for the production of this publication does not constitute endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein."

ÍNDICE

1. Ámbito y dimensión de la investigación: una introducción a los contenidos a disposición de los lectores.....	3
2. Presentación de los principales resultados: una visión de conjunto.....	3
Unión Europea.....	4
Alemania.....	4
Italia.....	6
Letonia.....	6
Polonia.....	7
España.....	8
3. Observaciones finales y perspectivas de futuro.....	9

1. Ámbito y dimensión de la investigación: una introducción a los contenidos a disposición de los lectores

En enero de 2022, el consorcio AMTech puso en marcha una investigación detallada y en profundidad con el objetivo de integrar y hacer balance de las tendencias y dinámicas relevantes en relación con la industria de la aviación, con especial atención al sector de los drones.

Teniendo en cuenta los grupos destinatarios específicos del proyecto (y las personas y organizaciones que podrían beneficiarse de la publicación de este documento), los socios centraron sus esfuerzos de investigación en las PYMES, los profesores y formadores del sector de la FP y sus necesidades, especialmente en el nuevo contexto operativo: En concreto, nuestro objetivo era investigar los indicadores cuantitativos y cualitativos con respecto a los planes de estudios para la industria de la aviación y su enfoque (o no) en el nuevo sector de los drones en Europa y en todos los países representados por la asociación (Alemania, Italia, Letonia, Polonia y España); poner de relieve nuevos retos, lagunas de competencias y evaluaciones de necesidades; extrapolar oportunidades nuevas y/o establecidas de formación y educación en el sector de los drones para empresarios y trabajadores.

Esta investigación transnacional duró seis meses y recogió aportaciones y resultados relevantes tanto de recursos secundarios como primarios. De hecho, los socios llevaron a cabo las actividades de mapeo desde dos frentes de análisis diferentes: por un lado, los socios del proyecto consultaron fuentes bibliográficas fiables y fidedignas publicadas por instituciones internacionales y nacionales; por otro, también realizaron una encuesta con el objetivo específico de recabar percepciones significativas de los grupos destinatarios de toda Europa sobre el tema del proyecto.

El informe se estructura del siguiente modo:

- - PARTE A - presentación exhaustiva y resumen ejecutivo de los principales resultados de las revisiones bibliográficas realizadas por el consorcio del proyecto. Los resultados están organizados por países y están disponibles en todos los idiomas formalmente representados por la asociación AMTech.
- - PARTE B - recopilación de todos los informes finalizados por los socios y presentados a los interesados en su forma íntegra (sólo disponible en inglés).
- - PARTE C - Tabla con los resultados de la encuesta (sólo disponible en inglés).

Las principales conclusiones del análisis son fundamentales para la fase posterior de ejecución del proyecto, que incluye el desarrollo, el ensayo y el perfeccionamiento del material educativo que se elaborará en el marco del proyecto AMTech. Gracias a las actividades de investigación llevadas a cabo a lo largo del periodo considerado, los socios del proyecto han podido hacer un inventario de las áreas de formación que parecen ser más cruciales que otras para ayudar a los grupos destinatarios en relación con las necesidades de formación a la hora de trabajar con drones. Esto supone una oportunidad para mejorar la eficacia y la eficiencia, y los estudiantes están más preparados a la hora de acceder al mercado laboral.

2. Presentación de los principales resultados: una visión de conjunto

En los párrafos siguientes, los lectores tendrán la oportunidad de familiarizarse con los resultados más importantes destacados por cada socio en relación con su contexto geográfico de referencia (Europa por IHF; Alemania por Centrum für Innovation und Technologie GmbH y DroneMasters Academy; Italia por IDP European Consultants; Letonia por Kuldiga Technology and Tourism School, Polonia por Nowa Sol VET school y España por IWS).

Estos resultados se refieren a la evaluación de las necesidades críticas y a las carencias de competencias identificadas por los socios del proyecto. Para una exposición detallada de las tendencias y dinámicas cualitativas y cuantitativas relativas a la industria de la aviación, con especial atención al sector de los drones, se invita a los lectores a consultar los informes nacionales consolidados de la PARTE B.

Unión Europea

Se espera que la industria de los sistemas de aeronaves no tripuladas (como los drones) represente un motor para la empleabilidad, la innovación y el desarrollo de la industria aeronáutica y de la aviación de la UE. La aplicación industrial de los drones beneficia a una amplia cohorte de sectores (agricultura, energía, seguridad pública, comercio electrónico, movilidad, etc.), con importantes efectos indirectos para los empresarios que operan en estos mercados.

A pesar de los grandes avances tecnológicos observados en los últimos diez años, se necesitan más esfuerzos en I+D para aumentar el valor que la industria de los drones puede generar para los usuarios finales. La mayoría de las aplicaciones industriales potenciales se encuentran aún en una fase temprana de experimentación, y la opinión pública sigue dividida en cuanto a la privacidad y la seguridad.

La labor de los reguladores está encaminada a facilitar la aceptación social de este nuevo fenómeno, sin suponer una carga excesiva para las vías de innovación trazadas por las numerosas nuevas organizaciones que operan en el sector de las aeronaves no tripuladas. Las perspectivas competitivas para las empresas de la industria de los drones son brillantes y muy prometedoras, pero por otro lado el sector podría correr el riesgo de quedar desprovisto de perfiles profesionales que permitan la gran eficacia tecnológica de esta nueva tecnología punta.

El análisis realizado en el informe relativo al ámbito europeo tiene como objetivo evaluar de forma concisa y exhaustiva las necesidades de formación que informan el diseño, la estructura y los siguientes resultados de aprendizaje del plan de estudios para técnicos mecatrónicos aeroespaciales. Las referencias extrapoladas de la bibliografía son en cierto modo indicativas de cómo debería ser este plan de estudios a nivel de FP, cuáles podrían ser los conocimientos y habilidades contenidos en dicho perfil profesional, etc. La mayor parte del esfuerzo se invirtió en interpretar y descodificar datos para fundir un modelo que aún está en ciernes.

Los datos y recursos recopilados han permitido sistematizar un marco curricular ideal para las operaciones relacionadas con el mantenimiento de drones que podría ajustarse efectivamente al perfil profesional buscado por este proyecto, y a las necesidades de los proveedores de formación y educación. El esquema de este marco teórico para la educación y la formación proporcionada por IHF se divide en tres áreas de formación que, en base a nuestra evaluación, están intrínsecamente relacionadas con el Factor Humano de los vehículos no tripulados, por lo tanto, estratégicamente relevantes para las experiencias de desarrollo de capacidades: conocimiento del hardware, comprensión del software, actitud hacia la multifuncionalidad.

Alemania

La industria aeronáutica y aeroespacial alemana ha disfrutado de un éxito sin precedentes en las dos últimas décadas. Desde mediados de los años 90, los ingresos del sector se han más que cuadruplicado, hasta superar los 40 000 millones de euros en 2018. Hoy en día, el sector forma parte de las industrias más innovadoras y con mejores resultados del país.

Los analistas del sector prevén que en los próximos 20 años se pondrán en servicio entre 30.000 y 35.000 nuevos aviones para satisfacer la creciente demanda mundial de aviación, lo que dará lugar a una nueva edad de oro de la aviación. Con la creciente demanda de transporte aéreo y

el aumento del número de pasajeros, el sector está asistiendo a un repentino auge de tecnologías disruptivas por parte de empresas dispuestas a hacerse con el mercado mediante la innovación en los servicios y la experiencia del cliente. Una de las innovaciones que impulsan el sector de la aviación es la "electrificación". Según los expertos del sector, la energía eléctrica y los sistemas de propulsión abrirán el camino a la movilidad aérea avanzada (AAM), permitiendo capacidades silenciosas de despegue y aterrizaje cortos y verticales, al tiempo que se reducen las emisiones y el consumo de combustible (Rolls Royce, 2022). Junto a la electrificación, los nuevos materiales y compuestos, así como los cambios en el diseño general de las aeronaves (por ejemplo, el reequipamiento con winglets), están contribuyendo a aumentar los niveles de eficiencia del combustible gracias a la reducción del peso y la mejora de la aerodinámica.

Desde la fabricación inteligente ("INDUSTRIE 4.0") hasta la revolución del ciclo de planificación de las aerolíneas y los albores de la conectividad en vuelo, la revolución digital está teniendo un efecto significativo en la industria aeronáutica y aeroespacial. Las soluciones informáticas penetrarán en todos los aspectos de la producción y explotación de las aerolíneas (incluidos el mantenimiento y la ingeniería, las operaciones en tierra y en vuelo). Además, la especialización tecnológica en curso conduce a la externalización de sistemas -como la electrónica aviónica- y al diseño y producción de estructuras aeronáuticas.

Con todas estas transformaciones de la industria, es evidente que la mano de obra del mañana que diseñe, fabrique, opere, mantenga y dé servicio a estos sistemas/plataformas requerirá nuevas competencias. Dado que la tecnología y las normas del sector evolucionan con tanta rapidez, los propios fabricantes tienen que ayudar a formar y educar a la próxima generación de trabajadores. Dado que el interés por los oficios sigue siendo escaso, las empresas aeroespaciales deben aprovechar el interés público por el espacio e impulsar la matriculación en estudios de formación profesional. El interés por la aviación y la fabricación aeroespacial podría desbordarse hacia otros sectores, y las cualificaciones se trasladarían directamente a otros sectores. Los fabricantes aeronáuticos y aeroespaciales podrían contribuir a acabar con la escasez de mano de obra que afecta al sector industrial desde hace más de una década.

La implicación de los fabricantes en la formación profesional y en la educación adopta ya muchas formas, pero hay ilimitadas maneras de apoyar la educación en los distintos sectores. La forma más directa es entablar relaciones con las escuelas locales de formación profesional y técnica, especialmente las que ofrecen programas relacionados con la industria o las necesidades de los fabricantes. Asimismo, no se puede descartar la implicación de las instituciones gubernamentales y educativas, ya que su participación en la aportación de recursos y fondos sería perjudicial para el éxito de un programa de este tipo.

En Alemania, 10.300 trabajadores están empleados principalmente en empresas de drones. En la categoría de mercado de servicios es donde trabaja la mayor parte de la mano de obra (80%). Esto se refiere principalmente a los que utilizan hardware y software en el curso de su empleo para realizar tareas para otras empresas, pero también abarca a los que trabajan en campos como la investigación y el desarrollo, el mantenimiento y la reparación, y la consultoría. También se incluyen en este segmento los empleados de empresas cuya actividad principal no está relacionada con los drones, pero en las que empleados específicos supervisan tareas relacionadas con los drones.

Uno de los mayores retos a los que se enfrenta actualmente Alemania es la falta de mano de obra cualificada para ocupar puestos de trabajo relacionados con las aeronaves eléctricas y los sistemas aéreos no tripulados (UAS), como los drones. Dado que estas novedosas plataformas se basan en nuevas tecnologías surgidas de diferentes disciplinas de la ingeniería, como la ingeniería eléctrica, la tecnología de materiales, la ingeniería electroquímica, la informática, la tecnología de la información, el aprendizaje automático, la inteligencia artificial (IA), etc., el plan de estudios educativo necesita una importante revisión.

Italia

El sector italiano de los sistemas aéreos no tripulados (UAS) se caracteriza por tendencias dicotómicas. Basándose en los últimos análisis del Observatorio Italiano de Drones del Politécnico de Milán, un centro de investigación de primera categoría a escala nacional, el modelo de inhibidores/impulsores de esta industria incluye cinco variables distintivas clave: evolución de la legislación, cultura de las organizaciones y competencias internas (es decir, denominadas en este informe "factor humano"), creación de redes y colaboración externa con las partes interesadas y otros grupos de interés, madurez de la tecnología, recopilación, recogida y procesamiento de datos. La falta de regulación en comparación con las tecnologías, los frecuentes cambios en el panorama normativo y, por último, pero no por ello menos importante, la falta general de comprensión por parte de la demanda de las potencialidades y beneficios concretos que esta tecnología es capaz de garantizar parecen debates bastante recurrentes entre las empresas y los operadores del sector.

Merece la pena mencionar también el hecho de que la industria de los sistemas aéreos no tripulados está compuesta en su mayoría por microempresas que, a pesar de su elevada cultura de innovación, se enfrentan a los mismos retos que cualquier otra pequeña empresa, independientemente del sector en el que trabaje (es decir, internacionalización, creación de redes y acceso a la financiación, incluso a través de medios de crédito alternativos).

Pero a pesar de todo ello, la industria italiana de sistemas de aeronaves no tripuladas muestra también un gran potencial de innovación, desarrollo y empleabilidad. Las estadísticas oficiales del observatorio de la Politécnica confirman de hecho que el sector de los drones se está recuperando muy rápidamente de la crisis de COVID y prevé márgenes de alta competitividad y rentabilidad.

En el contexto de este informe, IDP examinó específicamente las oportunidades de formación y educación disponibles entre la legislación y la literatura existente para el técnico en mecánica aeroespacial aeronáutica, un perfil profesional que aún no está definido a nivel formal, pero identificado por los antecedentes del proyecto como de valorizaciones instrumentales para el alcance del sector.

En comparación con el desarrollo de capacidades para pilotos de drones, los recursos de formación y educación para operadores y técnicos de drones, por no hablar de técnicos en mecánica aeroespacial aeronáutica, no parecen encontrarse en ninguna parte de la literatura, o mejor dicho, en un marco compilado, institucionalizado y estructurado de referencia común para las partes interesadas. Esto se debe principalmente a la gran fragmentación de requisitos técnicos/reglamentarios que existe en el sector, y en la que influyen la aplicación industrial de los drones, el sector específico al que se destina esta aplicación y los marcos reglamentarios específicos de cada campo.

No obstante, además de unas "coordenadas" indicativas de las competencias y conocimientos técnicos que deben poseer estos perfiles, el IDP preveía un modelo teórico de currículo centrado también en las actitudes y características cualitativas que deben aplicarse a esta profesión y que son instrumentales para mayores oportunidades de empleabilidad.

Letonia

La industria aeronáutica letona es un pequeño sector con grandes oportunidades y vocación exportadora, cuyos desarrollos tecnológicos se incorporan a otros sectores de actividad presentes en la vida cotidiana. Especialmente la industria de los drones está en sus inicios en el país.

La actividad industrial aeronáutica en Letonia se concentra principalmente en sectores privados,

o grandes empresas, donde la única es AirBaltic. El sector se caracteriza por muy pocas grandes empresas y medianas empresas, pero un número mucho mayor de pequeñas empresas. No existen datos actuales sobre el sector de los drones como industria en Letonia. Algunas fábricas se basan en los mercados de defensa y otras en seguidores privados para actividades deportivas y otras para espectáculos.

La formación en la industria aeronáutica en Letonia se basa principalmente en las necesidades de AirBaltic y la enseñanza de especialistas para su empresa. AirBaltic ha colaborado con escuelas de veterinaria locales. En el sector privado se imparte principalmente la formación de cómo pilotar un dron y la ley donde se puede pilotar. Salvo algunas excepciones, no se ofrece formación en los campos de la electrónica, la mecánica o la mecatrónica.

Como consecuencia de esta situación, cuando nos dirigimos directamente al sector de los UAV, nos encontramos con que uno de los principales problemas para los empresarios es que no encuentran personal cualificado debido a la falta de formación específica. En conclusión, podemos destacar una buena formación aeronáutica en general, especialmente en el ecosistema de la FP. Pero en el sector específico de los drones y aeronaves no tripuladas, la formación se centra principalmente en el manejo de la aeronave, obviando otros elementos fundamentales para formar a un buen profesional como la electrónica, la informática, el montaje, etc.

Polonia

La legitimidad de la puesta en marcha del proyecto queda confirmada por los análisis presentados en el informe sobre el mercado de la aviación en Polonia, especialmente el de los drones, que se caracteriza por una elevada dinámica de crecimiento. Los drones, como herramienta, como sistema, deben considerarse en tres niveles.

El primero es el propio equipamiento, su diseño, el uso de materiales de última generación, los sistemas de alimentación. Y aquí es donde entra el enorme reto de construir instalaciones educativas, técnicas y de servicios. Al igual que en la industria aeronáutica el proceso de diseño, construcción, mantenimiento de la aeronavegabilidad continuada y, en última instancia, reparación está claramente regulado por la legislación aeronáutica internacional, también en el caso de los drones, cuya presencia será cada vez más habitual en el espacio vital de las personas, la supervisión de su creación y mantenimiento debe regirse por normas legales. Esto se debe a la necesidad de garantizar un alto nivel de seguridad. De ahí que se considere esencial el desarrollo de la enseñanza técnica en este ámbito.

El segundo aspecto es la cuestión del uso de soluciones informáticas e inteligencia artificial. La idea que subyace a los drones es su autonomía, que permite aprovechar todo su potencial sin la presencia constante de un humano. Los vuelos BSP son posibles con visibilidad y sin visión del operador. En particular, el desarrollo de soluciones que permitan utilizar los drones como unidades autónomas, que reaccionen entre sí y aprendan del sistema de gestión, representa la mayor oportunidad para el uso generalizado de drones. Por lo tanto, el uso de la inteligencia artificial (IA) para la creación de estos sistemas se está convirtiendo en algo esencial.

El tercer pilar es el ámbito de aplicación. El transporte, la vigilancia, el entretenimiento o el uso militar son sólo algunas de las áreas en las que los drones están encontrando su lugar. La evolución de la tecnología y, sobre todo, el desarrollo de nuevos sistemas de alimentación para drones, eficientes y duraderos, permitirán su plena aplicación, algo difícil de predecir hoy en día.

Podría decirse que el único límite al uso de los drones es nuestra imaginación humana. No se trata de un nuevo aparato volador, sino de un plano técnico completamente nuevo con aplicaciones aún difíciles de prever. El uso de drones puede cambiar drásticamente el

planteamiento de su utilización, por ejemplo, en espacios urbanizados, en servicios ampliamente definidos para el público cambiando fuertemente la calidad de vida de la población.

España

La industria aeronáutica y de la aviación española es un sector de alto valor añadido y vocación exportadora, cuyos desarrollos tecnológicos se incorporan a otros sectores de actividad presentes en nuestra vida cotidiana.

La actividad industrial aeronáutica en España se concentra principalmente en los productos de Airbus, complementada por la participación en programas de Boeing, Embraer, Bombardier y Sikorsky, entre otros. El sector se caracteriza por tener muy pocas empresas grandes, con un mayor número de empresas medianas y un número mucho mayor de pequeñas empresas. En España, hay 436 empresas con certificación EN9100, distribuidas en 670 centros de producción. Las PYME representan el 96 % de las empresas del sector, y 15 empresas tienen más de 250 trabajadores.

Actualmente, la industria española está presente en todos los segmentos de actividad; la mayor parte del sector aeronáutico (76 %) trabaja en "aviones y estructuras", el 11 % en "motores" y el 12 % en "equipos y sistemas". Un hecho diferencial clave respecto al resto de empresas europeas es que las empresas aeronáuticas y de aviación españolas contribuyen complementariamente a la facturación de los mercados civil y de defensa.

Entre 2014 y 2019, la evolución global del sector nacional de defensa y aeroespacial fue siempre positiva, hasta el punto de ser "los sectores industriales de mayor crecimiento en España". La industria de la aviación civil y la aeronáutica fue la más afectada por la crisis de Covid-19 en 2019, debido al descenso de la demanda de nuevos aviones. Los vuelos se suspendieron durante gran parte de 2020, lo que provocó una disminución general de las actividades de producción.

La recuperación del sector depende de la competitividad, que se logrará:

- dedicando grandes esfuerzos a I+D+i
- invirtiendo en tecnología
- manteniendo la capacidad de cubrir todo el recorrido de un avión: fase conceptual, diseño, desarrollo, fabricación, montaje, certificación, venta y apoyo del producto una vez en servicio.

El conocimiento, la formación y la inversión en I+D+i son claves para el desarrollo de la industria aeroespacial. La formación continua de profesionales cualificados es esencial para la competitividad de la industria.

La formación en la industria aeronáutica en España se articula principalmente a través de la formación profesional que ofrecen los siguientes programas:

- Ciclo Formativo de Mantenimiento Aeromecánico,
- Técnico de Montaje de Estructuras e Instalaciones de Sistemas Aeronáuticos,
- Técnico Superior en Mantenimiento Aeromecánico de Aeronaves con motor de turbina,
- Técnico Superior en Mantenimiento de Sistemas Electrónicos y Aviónicos de Aeronaves.

Estos programas abarcan todo tipo de materias relacionadas con la aeronáutica, pero no directamente con los UAV. En la universidad de España también tienen carreras de aeronáutica y aeroespacial.

En el sector de los drones y los sistemas aéreos no tripulados, la formación corre a cargo de academias privadas y se centra casi exclusivamente en el manejo y la navegación de drones.

Salvo contadas excepciones, no se ofrece formación en los campos de la electrónica, la mecánica o la mecatrónica. Como consecuencia de esta situación, cuando nos dirigimos directamente al sector de los UAV, nos encontramos con que uno de los principales problemas para los empresarios es que no encuentran personal cualificado debido a la falta de formación específica.

En conclusión, se puede destacar que en España existe una buena formación aeronáutica en general, especialmente en el ecosistema de FP. Pero en el sector específico de los drones y sistemas aéreos no tripulados, la formación se centra principalmente en el manejo de la aeronave, obviando otros elementos fundamentales para formar a un buen profesional como la electrónica, la informática, el montaje, etc.

3. Observaciones finales y perspectivas de futuro

Como ya se ha mencionado, la normalización de un plan de estudios para técnicos en mecatrónica aeroespacial es relativamente compleja debido a la heterogeneidad que existe en los numerosos campos de aplicación, la divergencia que hay entre cada uno de los segmentos considerados y los requisitos tecnológicos de un sector a otro.

Según la evaluación del consorcio del proyecto, los recursos disponibles siguen estando muy orientados a las actitudes, habilidades y conocimientos de los pilotos. No obstante, la fiabilidad de todo el sistema que comprende el vehículo, la estación de tierra y los equipos de comunicación está intrínsecamente relacionada con un factor humano del que sin duda forman parte los técnicos mecatrónicos.

Las pruebas y los hallazgos sugieren que este factor humano puede desglosarse en tres elementos y subprocesos relacionados:

Hardware	Software	Personal
Logística y manipulación de componentes que suelen ser extremadamente frágiles	Gestión del software	Conocimientos sensoriales y basados en la experiencia del rendimiento del vehículo
Montaje de sistemas eléctricos y almacenamiento seguro de materias primas	Supervisión y evaluación del rendimiento del vehículo	Actitud polivalente (es decir, que combine conocimientos de ingeniería eléctrica, mecánica y de software)
Conocimiento sólido, especializado y fiable de los elementos específicos y las características distintivas de los vehículos	Rapidez de reacción ante situaciones anómalas o fuera de lo común	Conocimiento profundo de las características de ingeniería del vehículo
Mantenimiento de baterías y cumplimiento de los ciclos de carga/descarga y los procedimientos de seguridad	Recopilación/almacenamiento/gestión de datos (y alta calidad de la información)	
Gestión de crisis / averías		
Gestión de datos del historial de vuelo y registro de tendencias		
Gestión de datos del historial de mantenimiento de componentes individuales		
Conocimientos básicos de sistemas de propulsión alternativos		

Sobre la base de los resultados, el siguiente paso será el desarrollo del plan de formación para

el técnico en mecatrónica aeroespacial de aviación. Además, se desarrollarán 6 módulos de formación durante la duración del proyecto para apoyar el tema del plan de estudios. Los temas de los módulos de formación como posibles focos de interés se han distribuido entre los socios en función de la formación, los conocimientos y la experiencia específicos de cada organización.

Las áreas de formación se confirman como sigue:

1. Cómo impartir contenidos de formación digital a través de una plataforma de formación digital
2. Recursos para la enseñanza y la formación de la Formación Profesional
3. Cómo involucrar a los alumnos en la formación online
4. Formación teórica en la industria de los drones basada en asignaturas STEM en la educación veterinaria
5. Aplicación práctica de las STEM en la formación profesional
6. Introducción a la tecnología UAS y su futuro