

ATRÉVETE A ENCONTRAR: MATERIALES EN VUELO

A. Sánchez Romero¹, A. Romero Gutiérrez¹, D. Sierra Palacio², A. Cañadilla Sánchez¹

¹ Escuela de Ingeniería Industrial y Aeroespacial (EIIA), Instituto de Investigación Aplicada a la Industria Aeronáutica (INAIA), Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), 45071 Toledo, España.

² Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Ciudad Real (ETSII), Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), 13071 Ciudad Real, España.

Abraham.Sanchez@uclm.es, Ana.RGutierrez@uclm.es, Dora.Sierra@uclm.es, Antonio.Canadilla@uclm.es

Resumen: La ciencia de materiales y la ingeniería aeronáutica suelen percibirse como disciplinas complejas y alejadas de la sociedad, especialmente debido a la dificultad de acceso e interacción con tecnologías aeroespaciales reales. En este contexto, se desarrolló una actividad divulgativa basada en una dinámica participativa de identificación de materiales aeronáuticos sobre un avión real con el objetivo de acercar estos ámbitos al público general y fomentar vocaciones STEM. La experiencia consiste en asociar distintos materiales empleados en la industria aeronáutica con componentes específicos de la aeronave mediante tarjetas distribuidas por equipos de trabajo. A través de esta dinámica, los participantes reflexionan sobre las propiedades físicas, mecánicas y funcionales de los materiales, relacionándolas con las condiciones reales de operación de cada componente del avión y favoreciendo un aprendizaje activo, visual y atractivo.

Palabras clave: Divulgación Científica, Ciencia de Materiales, Aprendizaje Activo, Materiales Aeronáuticos, Gamificación.

1. INTRODUCCIÓN.

La ciencia y la tecnología han estado tradicionalmente percibidas como disciplinas complejas y alejadas de la vida cotidiana. A lo largo de la historia, la separación entre ciencias y letras ha contribuido a generar la sensación de que el conocimiento científico pertenece únicamente a ámbitos especializados y difíciles de comprender para gran parte de la sociedad. Como consecuencia, muchas personas observan la ciencia como algo abstracto, inaccesible y desconectado de su realidad diaria.

En este contexto, la aviación constituye uno de los ejemplos tecnológicos que mayor fascinación despierta en la sociedad. La capacidad del ser humano para desafiar las leyes de la física y lograr el vuelo, primero atravesando los cielos y posteriormente alcanzando incluso el espacio, convierte a las aeronaves en elementos que despiertan admiración y curiosidad. Esta misma complejidad tecnológica provoca que frecuentemente surjan preguntas como: ¿cómo vuelan los aviones?, ¿cómo funcionan sus motores?, ¿de qué están hechos?, ¿es realmente seguro viajar en avión?, o incluso cuestiones derivadas de la desinformación y los mitos presentes en los medios de comunicación. Muchas de estas dudas aparecen porque la mayoría de las personas nunca ha tenido la oportunidad de observar un avión de cerca ni de interactuar físicamente con él.

Habitualmente, las aeronaves son percibidas como enormes estructuras metálicas difíciles de comprender, entre otras razones, por la enorme cantidad de componentes, sistemas y materiales avanzados que permiten su funcionamiento seguro y eficiente. Precisamente por ello, las actividades divulgativas desarrolladas en torno a aeronaves reales pueden tener un enorme potencial educativo y divulgativo, ya que

permiten adaptar un concepto abstracto en una experiencia tangible y cercana.

Por otro lado, la ciencia e ingeniería de materiales desempeña un papel fundamental en el desarrollo de la ingeniería aeronáutica moderna. La necesidad de fabricar aeronaves cada vez más ligeras, eficientes y seguras ha impulsado el empleo de materiales con propiedades muy específicas. Estos materiales permiten mejorar aspectos clave como la resistencia mecánica, el comportamiento frente a la fatiga, la resistencia a la corrosión o la reducción de peso, factores esenciales en el sector aeroespacial.

Con el objetivo de acercar estos conceptos al público general y fomentar el interés por las disciplinas STEM, se diseñó la actividad *Atrévete a encontrar: materiales en vuelo*, una propuesta divulgativa basada en la interacción directa con un avión Dassault Falcon 20 situado en el Campus Tecnológico Fábrica de Armas de Toledo de la Universidad de Castilla-La Mancha. La actividad plantea una dinámica participativa en la que los asistentes deben identificar los materiales presentes en diferentes componentes de la aeronave mediante un juego de asociación y exploración sobre el propio avión.

La propuesta busca combinar divulgación científica y aprendizaje experiencial, utilizando la aeronave como recurso didáctico para introducir conceptos relacionados con la ingeniería de materiales, el diseño estructural y las aplicaciones tecnológicas en aviación. A través de la observación directa y la interacción con distintos elementos del avión, los participantes pueden relacionar de forma intuitiva las propiedades de los materiales con las funciones que desempeñan dentro de la aeronave. Además, el carácter interactivo de la actividad favorece la participación activa de los asistentes y genera un entorno más cercano y accesible para la comprensión de conceptos científico-técnicos.

2. PÚBLICO OBJETIVO.

La actividad ha sido concebida como una propuesta divulgativa adaptable a públicos muy diversos, permitiendo modificar tanto la complejidad técnica como la dinámica de participación en función de la edad y formación de los asistentes. Esta flexibilidad constituye uno de los principales puntos fuertes de la actividad, ya que permite emplearla tanto en contextos educativos especializados como en actividades de divulgación científica dirigidas al público general.

En edades tempranas, como educación infantil y primaria, la actividad se plantea principalmente como una primera aproximación a la ciencia y la tecnología mediante el juego y la observación directa (**Figura 1**). En estos casos, el componente visual y experiencial adquiere una gran importancia, ya que muchos participantes ven un avión real por primera vez desde una perspectiva cercana. El simple hecho de caminar alrededor de la aeronave, identificar visualmente diferentes partes y manipular tarjetas físicas favorece la curiosidad y la participación de los más pequeños. Para estos niveles educativos, los materiales incluidos en la dinámica son sencillos y fácilmente reconocibles, empleándose conceptos como plástico, metal, goma o pintura. El objetivo principal no es alcanzar una comprensión técnica profunda, sino comenzar a relacionar materiales cotidianos con objetos reales y comprender que cada parte del avión necesita materiales diferentes en función de su utilidad.



Figura 1. Desarrollo de la actividad divulgativa con niños en los alrededores de la aeronave.

A medida que aumenta el nivel formativo de los participantes, la actividad puede incorporar materiales y conceptos progresivamente más complejos. En estudiantes de secundaria y bachillerato, por ejemplo, ya es posible introducir aleaciones de aluminio, titanio, aceros inoxidables, materiales compuestos o superaleaciones, relacionándolos con propiedades como ligereza, resistencia mecánica, conductividad eléctrica o estabilidad a altas temperaturas. De esta manera, los participantes comienzan a comprender que los materiales se seleccionan en función de sus propiedades físicas y mecánicas, que contribuyen al funcionamiento seguro y eficiente de la aeronave.

En el ámbito universitario, especialmente en titulaciones relacionadas con la ingeniería, la actividad permite profundizar en conceptos de selección de materiales,

comportamiento mecánico, diseño estructural y aplicaciones aeroespaciales. La dinámica favorece además el razonamiento técnico y el trabajo colaborativo, ya que los participantes deben justificar sus decisiones a partir de las condiciones reales de servicio de cada componente aeronáutico.

La propuesta también ha demostrado una elevada capacidad de adaptación a distintos formatos de divulgación científica. La actividad fue presentada durante el *Congreso Nacional de Divulgación en Materiales Materdivulga 2025*, mostrando una elevada participación e interés por parte de asistentes de perfiles muy diversos y alto nivel de conocimiento en el área de la ciencia e ingeniería de materiales. Asimismo, puede integrarse en jornadas de puertas abiertas, visitas de colegios e institutos, actividades de ciencia en familia, jornadas de la semana de la ciencia, ferias científicas o eventos de divulgación tecnológica organizados en el entorno universitario.

En este sentido, la actividad también puede formar parte de iniciativas impulsadas por proyectos y programas de divulgación científica como *Materland*, *los materiales que nos rodean* y *Mujeres Ingeniosas, ingenieras del futuro*. Asimismo, podría integrarse en otras actividades coordinadas por la Escuela de Ingeniería Industrial y Aeroespacial de Toledo (EIIA) y el Instituto de Investigación Aplicada a la Industria Aeronáutica (INAIA). El empleo de un entorno tan singular como el Campus Tecnológico Fábrica de Armas de Toledo y de una aeronave real como recurso docente, permite generar una experiencia altamente inmersiva, acercando la ciencia de materiales y la ingeniería aeronáutica a la sociedad de una manera directa, accesible y participativa.

3. DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD.

La actividad se desarrolla alrededor del avión Dassault Falcon 20 mostrado en la **Figura 2**, cedido por el Ejército del Aire a la Escuela de Ingeniería Industrial y Aeroespacial de Toledo, y empleado como elemento central de la experiencia divulgativa. El objetivo principal consiste en que los participantes identifiquen y relacionen diferentes materiales con componentes de la aeronave, comprendiendo de forma intuitiva por qué cada material es utilizado en una zona concreta del avión.



Figura 2. Realización de la actividad con los asistentes al Congreso Nacional de Divulgación en Materiales, Materdivulga 2025.

Para el desarrollo de la dinámica, los participantes se organizan en varios grupos de trabajo. Cada equipo recibe un conjunto idéntico de tarjetas codificadas mediante colores, mostradas en la **Figura 3**, en las que se representan materiales empleados habitualmente en la industria aeronáutica. La complejidad de los materiales incluidos puede adaptarse en función del nivel educativo y del perfil de los asistentes, permitiendo ajustar la actividad desde niveles divulgativos básicos hasta contenidos más técnicos y especializados. Entre los materiales utilizados en la actividad se incluyen aluminio, titanio, cobre, caucho, silicona, poliuretano o superaleaciones base níquel, entre otros.



Figura 3. Ejemplos de tarjetas utilizadas para realización de la actividad en el ámbito universitario, en concreto en los grados de ingeniería aeroespacial, eléctrica o electrónica y automática impartidos en la EIIA-UCLM.

De forma simultánea, se distribuyen sobre diferentes zonas del avión paneles asociados a componentes específicos de la aeronave. Entre ellos se incluyen elementos como el fuselaje, las ventanas, el tren de aterrizaje, el fan del motor, la turbina, los neumáticos, el sistema de cableado eléctrico y distintos componentes estructurales y aerodinámicos.

El objetivo de cada grupo consiste en analizar las características de cada componente y decidir qué material resulta más adecuado para su fabricación. Para ello, los participantes deben reflexionar sobre la función y aplicación de cada elemento de la aeronave, las condiciones físicas y mecánicas a las que se encuentra sometido y la influencia de factores como el ambiente de operación, la temperatura, la corrosión o el peso sobre el comportamiento global del avión. Una vez tomada la decisión, las tarjetas se colocan sobre el panel correspondiente distribuido alrededor de la aeronave. La dinámica permite relacionar de forma intuitiva las propiedades de los materiales con aplicaciones reales en el avión. Algunos ejemplos son la necesidad de que determinadas antenas y sistemas eléctricos presenten una

elevada conductividad eléctrica, favoreciendo el uso de materiales como el cobre; las extremas temperaturas alcanzadas en el interior del motor, especialmente en la zona de la turbina, donde destacan las superaleaciones base níquel; o la necesidad de absorción de vibraciones, soportar impactos y resistir desgaste en los neumáticos, fabricados principalmente a partir de caucho y materiales elastoméricos.

La actividad incorpora además una componente colaborativa y competitiva. El primer grupo que completa correctamente la asociación entre materiales y componentes avisa al supervisor de la actividad, quien revisa el resultado final y valida las respuestas. Esta dinámica favorece la interacción entre participantes y genera discusiones técnicas especialmente enriquecedoras durante la etapa de asociación de materiales. Con frecuencia surgen discrepancias entre los miembros de un mismo grupo acerca de qué material resulta más adecuado para determinados componentes de la aeronave. Estas situaciones obligan a los participantes a reflexionar, argumentar y debatir sus decisiones con el resto de los compañeros, promoviendo un aprendizaje autónomo y colaborativo. De esta manera, los propios asistentes intercambian conocimientos, justifican propiedades y relacionan conceptos de ingeniería y ciencia de materiales, convirtiendo la actividad en una experiencia mucho más enriquecedora.

A medida que avanza la actividad, los asistentes no solo aprenden a identificar materiales, sino que comienzan también a comprender las razones de diseño asociadas a cada uno de ellos. De forma progresiva, los participantes descubren cómo la selección óptima de materiales condiciona directamente el comportamiento, la eficiencia y la seguridad de la aeronave. Asimismo, la actividad permite introducir de manera intuitiva conceptos relacionados con fabricación avanzada, optimización estructural y diseño aeronáutico, mostrando que detrás de cada componente existe un importante proceso de ingeniería. Algunos ejemplos de ello son la tendencia actual a sustituir materiales metálicos por materiales compuestos con el objetivo de reducir peso y consumo de combustible, o la utilización de estructuras optimizadas, como paneles tipo sándwich o configuraciones celulares, capaces de maximizar la resistencia mecánica minimizando simultáneamente la masa estructural. De esta manera, los participantes comprenden que el diseño de una aeronave no depende únicamente de su geometría o de la potencia de sus motores, sino también de una compleja combinación de materiales, procesos de fabricación y soluciones estructurales avanzadas que permiten garantizar la seguridad, eficiencia y sostenibilidad del vuelo.

4. IMPACTO.

La actividad ha demostrado poseer un elevado potencial como herramienta de divulgación científica y aprendizaje activo, especialmente gracias a su capacidad para adaptar conceptos complejos de ingeniería y ciencia de materiales en experiencias visuales, participativas y

comprensibles para públicos con niveles de conocimiento y edades muy diversas.

Aunque el acceso tanto de instituciones públicas como privadas a aeronaves reales es generalmente limitado, resulta fundamental aprovechar la oportunidad que ofrecen espacios como el Campus Tecnológico Fábrica de Armas de Toledo, donde la presencia de un avión fuera de servicio permite desarrollar actividades capaces de acercar el sector aeroespacial al público general de una forma directa y experimental. El empleo de una aeronave real como recurso docente y divulgativo aporta un importante valor diferencial frente a otros formatos tradicionales basados únicamente en imágenes, vídeos o recursos virtuales.

Uno de los principales impactos observados durante el desarrollo de la actividad en el *Congreso Nacional de Divulgación en Materiales Materdivulga 2025* (Figura 4) fue el incremento del interés y la curiosidad de los participantes hacia la aviación y los materiales aeronáuticos. Incluso en un contexto donde los asistentes contaban ya con formación científico-técnica, la actividad permitió descubrir aplicaciones y usos de materiales que habitualmente pasan desapercibidos. Los participantes valoraron especialmente el carácter práctico y cercano de la propuesta, así como la posibilidad de interactuar directamente con una aeronave real para comprender cómo las propiedades de los materiales condicionan el diseño y funcionamiento de cada componente.



Figura 4. Debate y razonamiento colaborativo entre los participantes durante la asociación de materiales con distintos componentes de la aeronave.

Por otro lado, el empleo de un avión real como elemento central genera además una fuerte atracción inicial que favorece la participación de los asistentes. La posibilidad de observar y analizar físicamente la aeronave contribuye a romper la percepción abstracta que frecuentemente existe sobre la ingeniería aeronáutica, acercando esta tecnología al público de una manera mucho más tangible, visual y accesible.

La actividad también contribuye a desmontar ideas erróneas o simplificaciones frecuentes relacionadas con la aviación y la selección de materiales. Muchos asistentes comienzan la experiencia percibiendo el avión

únicamente como una gran estructura metálica, mientras que tras la actividad son capaces de identificar las diferentes zonas funcionales de la aeronave y comprender que cada componente trabaja bajo condiciones físicas, térmicas y mecánicas completamente distintas. De esta forma, los participantes entienden que un material, aunque presente propiedades excelentes en determinados aspectos, no significa necesariamente que resulte adecuado para todas las aplicaciones aeronáuticas, ya que la selección final depende del equilibrio entre múltiples propiedades y requisitos en servicio.

Asimismo, la actividad permite visualizar la evolución histórica de los materiales empleados en aviación y comprender cómo el desarrollo de nuevos materiales ha sido uno de los principales motores del avance aeronáutico. Los participantes pueden relacionar el paso de las primeras aeronaves fabricadas con estructuras de madera y tela, como las empleadas por los hermanos Wright, hacia los aviones metálicos de aluminio característicos del siglo XX, hasta llegar a las modernas aeronaves del siglo XXI basadas en materiales compuestos avanzados capaces de mejorar la eficiencia y aumentar las prestaciones estructurales y aerodinámicas reduciendo peso.

La actividad desarrollada presenta además una gran versatilidad de aplicación, pudiendo utilizarse tanto en contextos de divulgación científica como en docencia universitaria. El Campus Tecnológico Fábrica de Armas recibe cada año un elevado número de nuevos estudiantes procedentes de disciplinas muy diversas, convirtiéndose en un entorno especialmente adecuado para desarrollar iniciativas capaces de acercar la ciencia y la ingeniería a toda la comunidad universitaria. En este contexto, la actividad constituye una herramienta sencilla, visual y de bajo coste para fomentar la curiosidad científica, despertar vocaciones STEM y mostrar de forma cercana aplicaciones reales de la ciencia de materiales dentro del sector aeroespacial.

5.- AGRADECIMIENTOS.

Se agradece al Ejército del Aire la cesión del avión Dassault Falcon 20 para su utilización como recurso docente y divulgativo. Asimismo, se agradece la financiación y el apoyo material necesarios para el desarrollo de la actividad a los proyectos de divulgación científica *Descubriendo Materland*, (FCT-23-19226), y *Mujeres Ingeniosas, Ingenieras del Futuro* (FCT-24-21362) financiados por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología - Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.