

Aerodinámica de aviocitos de papel

Felipe L. Pulgarin, Tatiana Coy, David Moreno
Universidad Industrial de Santander

12 de septiembre de 2024

Índice

1. Introducción	1
2. Estado del arte	2
3. Planteamiento del problema	2
4. Metodología	3

Resumen

Este artículo se centra en la investigación de los factores clave que influyen en el vuelo de los aviones de papel, desde una perspectiva experimental y teórica. Se comparan dos modelos de avión utilizando diferentes tipos de papel (origami y bond) y se evalúan sus rendimientos bajo condiciones controladas. Mediante el uso de una catapulta para asegurar un lanzamiento preciso en términos de ángulo y velocidad, se analiza el comportamiento de cada modelo en cuanto a distancia, estabilidad y trayectoria. El experimento se complementa con la captura de video y el análisis mediante el software Tracker, lo que permite obtener datos precisos de velocidad y trayectoria. A partir de estos resultados, se busca identificar la configuración óptima que maximice la distancia de vuelo, contribuyendo al conocimiento en aerodinámica básica.

1. Introducción

El origami, una práctica tradicional japonesa, ha evolucionado hacia la creación de diversas figuras, entre ellas los aviones de papel, que son ejemplos interesantes de cómo la simplicidad del papel plegado puede dar lugar a formas aerodinámicas capaces de volar. Aunque en su forma más básica son juguetes, el estudio de estos aviones puede tener implicaciones importantes en campos como la robótica y la ingeniería aeronáutica, particularmente en el desarrollo de *Micro Air Vehicles* (MAVs).

El análisis de los aviones de papel ofrece una oportunidad única para estudiar los principios de la aerodinámica de manera accesible. Preguntas esenciales sobre cómo mejorar la distancia de vuelo se centran en aspectos como el modelo óptimo de diseño, el tipo de papel adecuado y los ángulos de

lanzamiento más efectivos. Estos factores determinan la interacción entre las fuerzas de sustentación, resistencia, y el peso del avión, lo que afecta directamente su capacidad para volar más lejos y con mayor estabilidad.

El análisis detallado de los ángulos de lanzamiento, la velocidad inicial, la selección de materiales para los aviones de papel y sus modelos hará parte del estudio físico que nos permitirá determinar la distancia máxima.

2. Estado del arte

En la materia de retos matemáticos, se abordó previamente el problema de identificar los parámetros ideales para optimizar el vuelo de un avión de papel. En ese trabajo, se realizaron tanto simulaciones como experimentos físicos, lo que permitió obtener resultados diversos. Se determinó que, aunque se utilizara el mismo material, el rendimiento del avión de papel variaba considerablemente según el diseño empleado. Para una misma densidad de papel, las diferencias entre los modelos dependían en gran medida de la interacción con el entorno. En particular, se observó que las trayectorias estaban influenciadas por la energía cinética de las moléculas de aire, afectando la estabilidad y distancia del vuelo. [1]

En investigaciones recientes, se ha buscado comprender el comportamiento aerodinámico de diferentes diseños de aviones de papel. Estos estudios se centran en analizar el régimen del número de Reynolds, adecuado a las condiciones de operación de los Micro Air Vehicles (MAVs). El objetivo es observar los efectos de la turbulencia que experimentan los componentes del sistema cuando son sometidos a un flujo, ya sea en túneles de viento o de agua, con el fin de identificar cómo responden bajo condiciones de fluido controladas. [3]

Para enfrentar estos problemas y confirmar los resultados, se han implementado simulaciones computacionales especializadas en dinámica de fluidos aplicadas a superficies. Estos enfoques permiten trabajar con las ecuaciones de Navier-Stokes, que son ecuaciones diferenciales parciales complejas y no lineales. El método utilizado para su resolución es el de volúmenes finitos, que facilita el análisis de las interacciones dinámicas entre el fluido y el objeto (DFBI). Esto permite calcular la posición y la orientación del cuerpo dentro de un sistema de referencia inercial, capturando las interacciones fluidas de manera precisa. [2]

3. Planteamiento del problema

¿A qué distancia máxima puede volar un avión hecho con la hoja? ¿Cómo depende la distancia de la densidad del papel y del tipo de avión? ¿cambia al distancia máxima con el diseño? Con esto, se propone una nueva mirada al problema, teniendo en cuenta no solo los diseños posibles y su rendimiento aerodinámico, sino también qué combinaciones de factores harían del avión alcanzar la mayor distancia. Este enfoque examina cómo la interacción entre el tipo de papel, la estructura de

las alas y los ángulos de lanzamiento puede optimizar el rendimiento de vuelo, permitiendo mayor control, estabilidad y distancia.

4. Metodología

Para abordar la solución de las preguntas planteadas, es necesario comenzar evaluando los diferentes modelos de aviones. En este caso particular, se utilizarán dos modelos distintos de avión de papel. Los materiales incluirán una catapulta (ya construida) para lanzar los aviones con precisión en cuanto al ángulo, dos tipos de papel (origami y bond), y teléfonos celulares que se usarán para registrar los lanzamientos y medir variables relevantes.

En primer lugar, se realizará una revisión teórica del problema con el fin de identificar los factores más importantes que deberán considerarse al momento de diseñar la simulación y de montar el experimento. Esto permitirá tener un control adecuado sobre los parámetros durante el desarrollo del estudio.

Para la fase experimental, se ensamblarán los dos modelos de avión utilizando los dos tipos de papel mencionados. Luego, se seleccionará un lugar con mínima interferencia del viento para efectuar los lanzamientos usando la catapulta en diferentes ángulos. Durante cada lanzamiento, se grabarán los experimentos con los celulares, lo que permitirá posteriormente procesar los vídeos usando el software Tracker. Este análisis proporcionará datos sobre velocidades iniciales, distancias máximas alcanzadas y trayectorias.

Una vez obtenidos los datos experimentales, se procederá a comparar los resultados con el objetivo de identificar las condiciones más óptimas para maximizar la distancia de vuelo, evaluando los diferentes modelos y tipos de papel bajo las mismas condiciones de prueba.

Referencias

- [1] Juan Murcia y Adrián Montañez. *Aerodinámica de los aviones de papel: Maximizando la distancia recorrida*. 2023. URL: <https://github.com/AndroiKGG/Retos-cientificos-Aviones-de-papel/blob/main/Documentos/Informe%20Final.pdf> (visitado 11-09-2024).
- [2] S Gurnani y M Damodaran. “Computational aeromechanics of paper air planes”. En: *J. Aircr* (2019).
- [3] Jorg Schluter. “On the aerodynamics of paper airplanes”. En: *27th AIAA Applied Aerodynamics Conference* (2009).