

HOW AN AIRPLANE FLIES, A CORRECT EXPLANATION

Guillermo Ayala Martínez

ayalamartinez1943@gmail.com

Abstract: The way an airplane wing acts has given rise to multiple popular explanations, with erroneous and incomplete theories. Here it is explained simply with physical principles applied to aeronautics and without errors.

Key words: Airfoil, leading edge, trailing edge, upper surface, lower surface, relative velocity, angle of attack, lift, Newton 3^a Law, viscous fluid, vorticity.

COMO VUELA UN AVION, UNA EXPLICACION CORRECTA

Resumen: El modo de actuar un ala de avión ha originado múltiples explicaciones populares, con teorías equivocadas e incompletas. Aquí se explica de modo sencillo con principios físicos aplicados a la aeronáutica y sin errores.

LAS FUERZAS QUE ACTUAN SOBRE EL AVIÓN. En un avión en vuelo hay que considerar cuatro fuerzas, la sustentación aerodinámica que actúa sobre las alas en equilibrio con el peso del avión y la fuerza aerodinámica de oposición al movimiento compensada por el sistema propulsor. Cómo trabaja el ala para producir la sustentación que mantiene al avión en vuelo, aquí se intentará exponer una explicación sencilla, sin errores y sin omitir principios físicos fundamentales.

EL PERFIL DE ALA. Ver la figura 1. Si se corta el ala con un plano imaginario y perpendicular se obtiene una figura plana llamada perfil, el borde A (de ataque) es redondeado y el borde de salida B es afilado, el punto R es el remanso en donde se divide la corriente de aire en dos, una corriente irá por la parte superior del ala (extradós E) y la otra por debajo (intradós I), U es la velocidad del avión que referida al ala es un viento en sentido contrario, alfa es el ángulo de ataque y L es la fuerza de sustentación que se opone al peso del avión. Las dos superficies del ala son importantes para producir la sustentación.

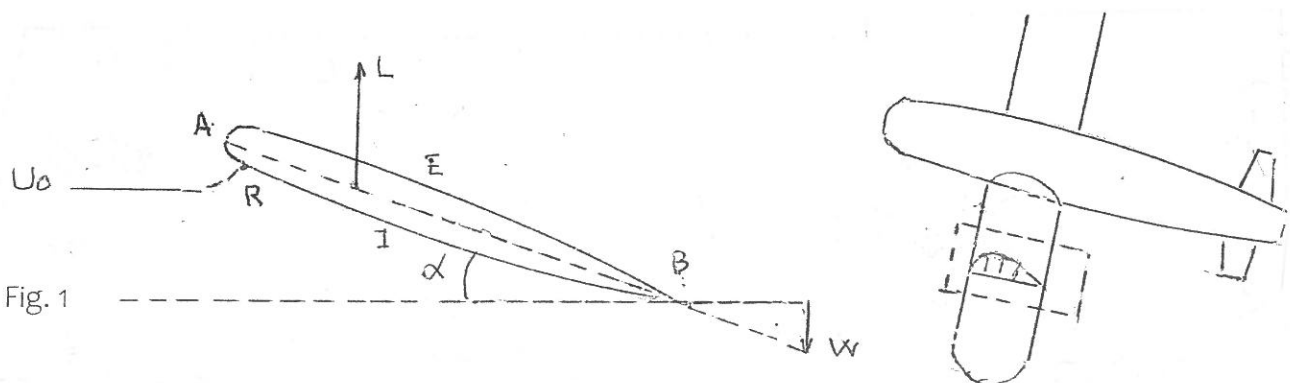


Fig. 1

EXPLICACIÓN CUANDO EL ALA ESTÁ INCLINADA. Al incidir el aire por la parte inferior del ala será desviado hacia abajo, por la 3^a Ley de Newton el aire reaccionará empujando hacia arriba al ala en sentido vertical y perpendicular a U. Pero hay que explicar que sucede encima del ala, las

líneas de corriente del flujo de aire quedan unidas a la superficie superior, de este modo toda la corriente de aire que llega al ala es desviada hacia abajo contribuyendo las dos superficies del ala a la sustentación. Siempre que el ángulo de ataque no sea excesivo (suele ser menos de unos 15 a 10 grados) y porque el aire es viscoso.

LA IMPORTANCIA DE LA VISCOSIDAD. La viscosidad es el fenómeno que se origina en los fluidos en movimiento por el que hay fuerzas tangenciales, además de la presión. Cuando un cuerpo se mueve arrastra el fluido en contacto directo con su superficie, si referimos el movimiento del fluido al cuerpo que se mueve será cero en la superficie. En este caso se establece una capa de fluido de espesor muy reducido y paralela a la superficie, en la que la velocidad aumenta desde cero muy rápidamente en sentido normal hasta la corriente libre. Se toma como velocidad en superficie del sólido la velocidad en la superficie de esta *capa límite*, más allá de la cual la viscosidad prácticamente no influye. Sin viscosidad los peces no podrían nadar y las y las aves no podrían volar, no volarían los aviones y las barcos no podrían navegar.

En la explicación del origen de la fuerza sustentadora, el efecto de la viscosidad es “sujetar” las líneas de corriente a la superficie de ala. Sin viscosidad la corriente en el extradós rebordearía el borde de salida para formar un segundo punto de remanso encima del ala. No habría sustentación.

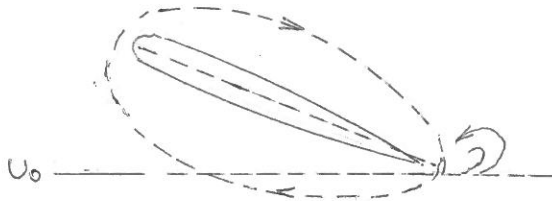
SUSTENTACION CON ÁNGULO CERO. En este caso puede haber sustentación, con la condición que el perfil sea asimétrico con respecto a la cuerda AB del perfil, que se toma como origen del ángulo de ataque. Supongamos que el extradós es convexo visto desde arriba y el intradós es plano, en este caso el fluido será desviado hacia abajo y la reacción del aire empuja hacia arriba.

ERRORES DE LAS EXPLICACIONES MÁS POPULARES. Suelen aplicar el teorema de Bernoulli de modo incorrecto, empiezan explicando que la velocidad en la cara superior (extradós) es mayor que en la inferior (intradós), de aquí se deduce que hay menos presión arriba que abajo por lo que hay empuje hacia arriba. Está la teoría del falso Venturi. Otra teoría dice que al ser más curvo el extradós el aire tiene que recorrer más camino, debe ir más deprisa para encontrarse con la corriente inferior, porque dos partículas antes juntas deben coincidir en la salida, pero esto es una suposición falsa. Explicaciones con el principio de acción y reacción en cara inferior del ala sin explicar lo que sucede arriba. Otros dicen que es necesaria la curvatura, pero un ala plana puede producir sustentación si esta inclinada, aunque no sea el mejor perfil. Una teoría muy antigua dice que las moléculas de aire son como perdigones que chocan por la parte inferior del ala y son desviados hacia abajo, pero las partículas del fluido no actúan así. Todas las explicaciones ignoran la viscosidad y sin viscosidad no hay teoría valga.

OTRA TEORÍA SENCILLA. Se fundamenta en un fenómeno propio de los fluidos que es la tendencia a girar, un experimento muy simple en una taza de café con leche, al mover la cuchara con inclinación en línea recta aparece un remolino detrás, es un vórtice. Si en un perfil el aire incide directamente sobre el borde afilado de salida, aparece un vórtice girando en sentido antihorario y aparece una corriente en círculo rodeando al perfil en sentido horario. Este comportamiento se explica por un teorema sobre vorticidad de Lord Kelvin. Ver figuras 1 y 2, el vórtice que

miento se explica por un teorema sobre vorticidad de Lord Kelvin. Ver figuras 1 y 2, el vórtice que rodea al perfil superpone sus velocidades a las que produce el perfil sobre la corriente libre. Si la velocidad es mayor arriba que abajo por Bernoulli habrá depresión encima del ala lo que originará el empuje hacia arriba. Tener muy presente que la vorticidad es una consecuencia de la viscosidad. Esta explicación vale para un perfil, pero el ala es tridimensional y en las puntas de ala hay vórtices, que también contribuyen a la sustentación.

Fig 2



CONCLUSION. Las numerosas explicaciones equivocadas han hecho creer que solo con matemáticas o métodos computacionales se puede explicar cómo vuela un avión, así la dinámica del vuelo es una cosa misteriosa. Aquí se ha explicado que esto es sencillo, si se evitan errores y no se olvidan todos fenómenos físicos que es necesario incluir.

REFERENCIAS

- 1 – Charles N. Eastlake. Aerodynamicist's View of Lift, Bernoulli, and Newton.
- 2 – WIKIPEDIA. Lift (force)
- 3 – Juan Miguel Suay Belenguer. ¿Porqué vuela un avión? La eterna pregunta.
- 4 - Alejandro Irausquin. ¿Por qué vuela un avión? Teorías para explicar la sustentación.