

EL VEHÍCULO MÁS RÁPIDO DEL MUNDO

En este artículo, revisaremos la posibilidad de moverse a diez veces la velocidad del sonido, lo que sería: la velocidad más alta alcanzada por el hombre en la Tierra. Analizaremos la física y la ingeniería usada en la película TOP GUN Maverick, quienes dejan abierta la posibilidad de alcanzar este desafío.



Denilson Toneto da Silva

Doctor en Física, Postdoctorante UCEN



Juan Luis Palma

Doctor en Ciencias c/m Física

La película "Top Gun: Maverick" se convirtió en uno de los mayores éxitos de taquilla de 2023, tanto en cines como en plataformas digitales, consolidándose así como una de las películas de acción más aclamadas de ese año. Probablemente muchos de ustedes, queridos lectores, ya habrán tenido la oportunidad de disfrutar de esta obra cinematográfica llena de escenas de acción que involucran aviones icónicos y nuevos modelos de la agencia Aeronáutica Estadounidense. La calidad técnica de la película, no pasó desapercibida, tanto así, que en los premios Oscars 2024, este film ganó a los mejores efectos de sonido. Y los detalles fotográficos, tampoco pasan desapercibidos, incluso sabiendo que los actores en realidad pilotearon los modelos F18, y se tuvieron que autodirigir dentro de la cabina del avión. Esto no es un reto menor, sabiendo que cada avión F18 cuesta 30 millones de dólares... entonces, nos queda claro que esta película no escatimó en gastos, y mucho menos en riesgos.

Basada en algunos pilares de desarrollo, la película destaca cómo las acciones del piloto en la cabina marcan una gran diferencia al volar un avión, y esto lo recalca desde dos aspectos: un piloto que alcanza la mayor velocidad conocida sobre un avión y un piloto que realiza las mejores maniobras. Todo comienza con el desafío de alcanzar grandes velocidades, todo esto enmarcado en un programa militar, el cual es el punto de partida de la película. En esta edición de nuestra revista, cubriremos el avión modelo SR 72 Darkstar, el cuál tiene la capacidad de alcanzar 10 veces la velocidad del sonido. Recordemos que lo que se conoce como "la velocidad del sonido" es la velocidad con la que se propaga el sonido en nuestra atmósfera, y se conoce como un Mach. Exploraremos esta escala de velocidades, ofreciendo una idea de la magnitud de las distancias recorridas en diferentes intervalos de tiempo. Además, comentaremos algunos antecesores de este tipo de aviones, los materiales que posiblemente compongan el avión Darkstar y el gran truco que realiza Maverick para alcanzar la impresionante marca de Mach 10.

En la película, se nos invita a retomar la historia del piloto Peter "Maverick" Mitchell (interpretado por Tom Cruise), varios años después de los eventos de la película original "Top Gun". En esta nueva entrega, Maverick sigue demostrando ser un piloto brillante y experimentado ex-miembro de la academia de élite conocida como "Top Gun", pero también arrastra los traumas de la pérdida de su gran compañero de vuelo, quien compartía con él la cabina de los icónicos y legendarios aviones F-14 Tomcat.

Ahora, Maverick se presenta como un veterano de la aviación que forma parte de un programa militar secreto. En esta nueva etapa de su carrera, enfrenta el desafío de llevar al límite sus capacidades físicas y la experiencia adquirida como piloto. A bordo del avión experimental "Darkstar", el protagonista debe alcanzar la altísima rapidez de Mach 10 para asegurar la continuidad de su programa. Pero ¿qué representa realmente esta escala de velocidad llamada Mach? ¿Cómo se relaciona con unidades más familiares y cuál es el pequeño secreto físico que Maverick emplea para lograr la velocidad necesaria en su prueba?



Primero, hablemos del Darkstar. Bajo la dirección de la división "Skunk Works" de Lockheed-Martin, entre mitos y especulaciones se rumorea que se han llevado a cabo pruebas con aeronaves experimentales capaces de alcanzar velocidades hipersónicas, tal como se muestra en la película. De hecho, para los verdaderos aficionados a la aviación (AvGeeks), es posible identificar el logotipo de Skunk Works en uno de los estabilizadores verticales de la aeronave.



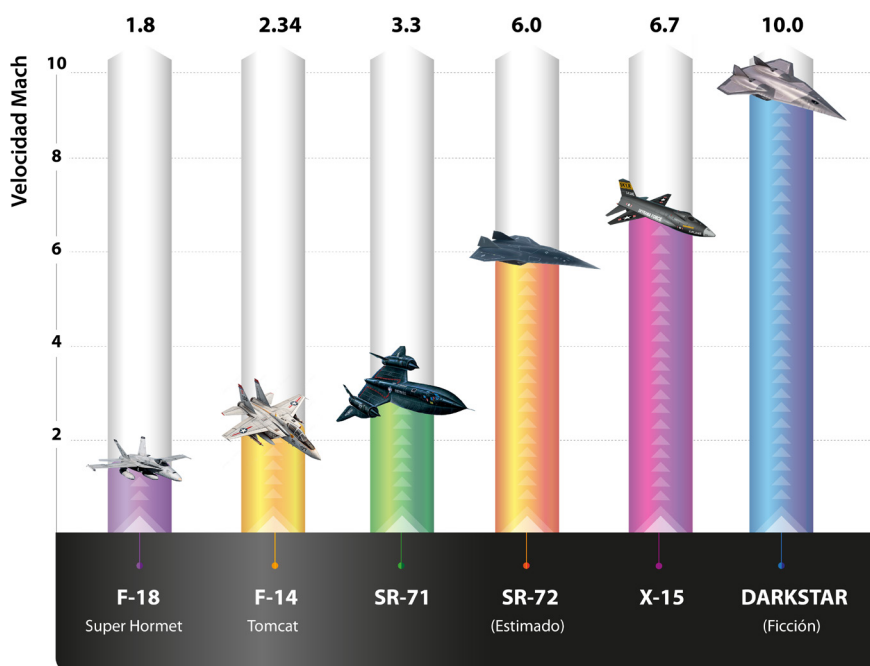
Otro aspecto intrigante de esta nave es el uso de dos tipos distintos de propulsores: dos turbojets que permiten a la aeronave acelerar hasta alcanzar velocidades supersónicas y dos "scramjets" que, sin partes móviles, dependen de un flujo de aire supersónico para su funcionamiento, permitiendo que el Darkstar llegue a la asombrosa velocidad de Mach 10 (12.250 km/h). Estos motores no son pura ficción, sino tecnologías ya probadas en varios prototipos experimentales, como el X-43 de la NASA, que se dedicó al estudio de vuelos a hipervelocidad.



Lo más fascinante de estos proyectos, además de su alto nivel de sofisticación, es el secretismo que los rodea. Se especula que muchos de estos prototipos fueron o están siendo evaluados en el Campo de Pruebas y Entrenamiento de Nevada, conocido mundialmente como la enigmática Área 51.

Ahora bien, una vez investigado que tan cierto es que existan este tipo de aviones, enfoquémonos en la física detrás. Comencemos explicando qué es la velocidad Mach. Esta escala lleva el nombre del físico austriaco Ernst Mach y describe la relación entre la velocidad de un objeto (en este caso, el avión) y la velocidad del sonido en el medio en el que viaja, en este caso, nuestra atmósfera. Cuando se dice que un avión alcanza "Mach 1", significa que se mueve a la misma velocidad que el sonido en el aire, la cual varía según factores como la temperatura y la densidad del aire. En promedio, esta rapidez es de aproximadamente 1,235 km/h a nivel del mar. Al cruzar esta barrera, el avión ingresa en lo que se conoce como la "zona supersónica".

En la película, Maverick pilotea varios aviones icónicos, como el F-18 Super Hornet (durante la mayor parte de la historia), el F-14 TOMCAT (al final de la misión) y el ficticio Darkstar, con el que alcanza una increíble rapidez de Mach 10.4 antes de que el avión se desintegre sobre Idaho. Esto equivale a moverse a aproximadamente 12,350 km/h, es decir, 10 veces la velocidad del sonido.



Saliendo un poco de la película, existen dos aviones históricos que también alcanzaron velocidades extraordinarias. El primero es el NASA X-15, un prototipo de los años 50 y 60 que ostenta el récord absoluto de velocidad, logrando Mach 6.85 (7,274 km/h) impulsado por potentes cohetes. El segundo es el legendario Lockheed SR-71 "Blackbird", que alcanza una rapidez de Mach 3.3 gracias a sus motores turbo reactores Pratt & Whitney JT11D-20 (J58) con postquemadores. Este avión, operativo desde 1964 hasta 1999, ahora puede verse expuesto en el portaaviones del Intrepid Sea, Air & Space Museum, en Nueva York.

Un dato interesante es que a pesar de no ser mencionado en la película, el avión Darkstar sería como una supuesta nueva versión del Blackbird que podría considerarse como "SR-72" (pero son solo especulaciones). Las velocidades máximas alcanzadas por cada uno de los modelos mencionados hasta ahora en este artículo son más visibles en el siguiente gráfico:

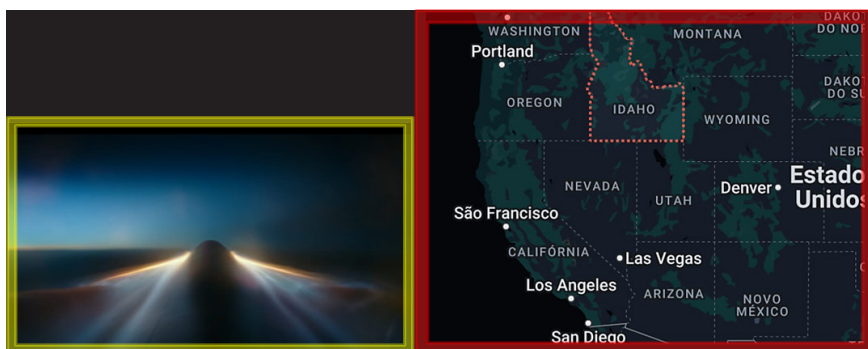
Después de todo, ¿alcanzar una velocidad de Mach 10 es ficción?

Alcanzar Mach 10 permitiría recorrer más de 3400 metros en un segundo, es decir, una distancia similar a la que hay entre el Cerro Santa Lucía y la Estación Central en Santiago, en tan solo un segundo. En comparación, un avión F-18 a su rapidez máxima Mach 1,8 recorrería aproximadamente 620 metros en un segundo, lo que equivale a la distancia entre el Cerro Santa Lucía y la estación de metro Universidad de Chile.

Aunque el primer acto de la película es trepidante y cinematográficamente impresionante, alcanzar velocidades tan extremas sigue siendo un enorme desafío para la ingeniería aeronáutica. Un avión que alcance esta magnitud requiere una importante evolución en los materiales del fuselaje, en el modelado aerodinámico y, especialmente, en la propulsión.

En la película se menciona brevemente el fuselaje del Darkstar, aunque no es el foco principal del primer acto. Para el SR-71, en cambio, el material de construcción fue titanio, esencial por su ligereza y resistencia al calor, lo que le permite soportar temperaturas extremas de entre 240 °C y 330 °C, alcanzando hasta 565 °C en algunas zonas debido al roce con el aire a velocidades de Mach 3.3. Esto plantea una pregunta interesante: ¿qué material sería necesario para soportar la velocidad de Mach 10 que se muestra en la película?

Un dato curioso sobre el SR-71: durante la Guerra Fría, Estados Unidos necesitaba grandes cantidades de titanio, cuyo principal productor era la Unión Soviética.



Para superar este obstáculo, la CIA organizó una operación encubierta, utilizando países intermediarios (como Egipto) y empresas ficticias para adquirir titanio sin que los soviéticos supieran que este material se destinaría a uno de los aviones más avanzados de su época. Esta operación es un claro ejemplo de cómo la tecnología y la estrategia geopolítica se entrelazaron durante la Guerra Fría.

Soportar altas temperaturas en el fuselaje de los aviones hipersónicos Mach 10 que se ven en la ficción de esta película es un gran desafío. Se deben utilizar nuevos compuestos y aleaciones de diferentes materiales. En ningún momento se mencionan las temperaturas alcanzadas en el fuselaje del DARKSTAR, sólo que el comportamiento es correcto. La fricción del aire es el factor principal, aunque vuela a gran altura donde el aire es menos denso (y hay más nitrógeno en la atmósfera). Hoy en día se estudia una amplia gama

de materiales en el campo de la ciencia y la ingeniería de materiales, y conocemos algunas de sus propiedades, como por ejemplo: Las aleaciones de titanio son ligeras y resistentes a la corrosión y pueden soportar temperaturas de hasta 700 °C, mientras que las de níquel. En los motores se utilizan aleaciones como el Inconel, que puede soportar temperaturas de hasta 1200°C. Para temperaturas más altas, de 1.200°C a 2.500°C, están disponibles aleaciones compuestas de niobio, carbono-carbono y cerámica, ideales para bordes y zonas afectadas por el calor que algunos de estos materiales o aleaciones compuestas de ellos serían materiales esenciales para mantener la integridad estructural y el rendimiento en las condiciones extremas que presenta el vuelo hipersónico de DARKSTAR. Cada nuevo aumento en la ganancia de velocidad debe ser analizado, tanto es así que se menciona que ese día la prueba solo apuntaba a alcanzar MACH 9 y no MACH 10.

Hasta ahora, hemos explorado la velocidad Mach, los materiales y algunos aviones impresionantes de EE.UU., pero la gran pregunta es: ¿cuál fue el secreto físico que permitió a Maverick alcanzar Mach 10?

Si miramos la línea temporal del momento en el que ya está volando con el avión Darkstar, se puede observar que está acelerando el avión de forma controlada para que los materiales de la estructura del avión no sufran calentamiento y que sus motores puedan operar de la misma manera para evitar que la aeronave colapse por completo.

Al realizar un giro, o mejor dicho: en un movimiento circular, existen dos aceleraciones (por tanto, dos fuerzas, que sumadas generan una fuerza neta). Esta fuerza actúa sobre la estructura del avión. Una aceleración está en la dirección tangencial del movimiento, es decir está en una línea recta imaginaria que toca a la trayectoria circular en un solo punto. La otra aceleración, está en la dirección radial, apuntando al centro del círculo. Como aprendimos en los primeros cursos de física, la existencia de dos vectores perpendiculares entre sí (90 grados) da como resultado un vector resultante con una magnitud mayor que la de la compo-

nente lineal. En el momento en que MAVERICK deja de trazar la curva, por conservación de la energía, la componente del vector aceleración pasa a actuar en la dirección lineal de su movimiento, aumentando la velocidad necesaria para alcanzar Mach 10,4.

Este fue una maniobra muy astuta realizada por Maverick, quien, sin sobrecargar los motores y muy cerca del límite de la estructura del avión, forzó un poco más el motor en un movimiento circular, alcanzando un poco más de velocidad. Luego el motor colapsa cuando alcanza la velocidad de MACH 10.4, provocando una explosión del avión.

El gran truco que utilizó para hacer la curva circular hacia la izquierda, lo hizo sabiendo la existencia de la aceleración centrípeta, o quizás por puro instinto. Las maniobras de alta performance en "Top Gun: Maverick" no son solo emocionantes; son un ejemplo práctico de conceptos de física en acción. Entender cómo funciona la aceleración centrípeta y cómo los pilotos utilizan estas fuerzas para controlar sus aeronaves nos ayuda a apreciar aún más la complejidad del vuelo. Así que, la próxima vez que veas la película, recuerda: ¡cada curva tiene una razón científica detrás de ella!

