

**O.V.S.I. (OBJETOS VOLADORES SÍ IDENTIFICADOS)  
¿CÓMO SE MANTIENE EN EL AIRE UN JUMBO?  
(Adriana Rabino-Patricia Cuello. 2010)**

**Contenidos: Función lineal y cuadrática – Proporcionalidad**

De la misma manera que, al ver un gráfico en un diario o revista, nos podemos interesar en la temática que lo representa y adaptar un problema para el aula, lo mismo puede ocurrir si nos encontramos en un artículo interesante con el uso de alguna fórmula. Nos podemos preguntar, ¿Puede ser una función lineal? ¿o cuadrática? ¿o exponencial? Veamos cómo nos puede servir y “saquémosle el jugo”!!!!!!

Así pasó con un párrafo de un artículo en donde explicaba cómo se sostenía un jumbo en el aire.

El problema ya estaba instalado. Pero un día, mirando el programa “Los más extremos” en Animal Planet, en el que presentaban los animales que podían “volar” (más bien planear) sin ser pájaros, nos dio pie para ilustrar esta situación. Para ello buscamos información adicional en Internet.

Desde tiempo inmemorial el hombre trató de imitar y usar los recursos de la naturaleza para mejorar su calidad de vida. De hecho el hombre, por su naturaleza, no vuela. Pero.... ¿sólo los pájaros vuelan? Y de no ser así ¿por qué no va a poder hacerlo el hombre?

El vuelo de los animales se remonta hasta la época en la que aparecieron por vez primera los vertebrados (animales con espina dorsal), hace aproximadamente unos 200 millones de años. ¿Eran estos lagartos voladores (dinosaurios) de sangre caliente o de sangre fría? ¿Eran animales rápidos o más bien lentos? ¿En realidad podían volar o solamente planeaban por el aire?



Cuando comparamos un pájaro, un murciélago, o pterosaurio con un animal que sólo planea por el aire, tal como una ardilla voladora, podemos notar algunas diferencias muy importantes. El pterosaurio, el pájaro, y el murciélago tienen alas de forma bien definida (distintiva) que permiten el vuelo auténtico, y también una estructura de huesos que sostienen las alas. Otros mamíferos "voladores" tales como la ardilla voladora, por el contrario, tienen una piel floja que se extiende desde las patas traseras hasta las patas delanteras. Los pájaros y los murciélagos pueden controlar y alterar la forma de las alas para aumentar la sustentación, ajustar la velocidad a la que vuelan, modificar su rumbo (dar vuelta), elevarse, o dejarse ir en picada a voluntad. Sin embargo, las ardillas voladoras sólo pueden, básicamente, deslizarse hacia abajo con control limitado (comparadas a los pájaros y a los murciélagos).

Los quirópteros o murciélagos (Chiroptera) son un orden de mamíferos placentarios cuyas extremidades superiores se desarrollaron como alas. Están presentes en todos los continentes, excepto en la Antártida.



Son los únicos mamíferos capaces de volar. Tienen las patas anteriores transformadas en alas y la mayoría se guían y cazan por ecolocación. Su tamaño varía desde los 29–33mm de longitud y 2g de peso del murciélago moscardón (*Craseonycteris thonglongyai*), a más de 1,5 m de longitud y 1,2 kg de peso del llamado zorro volador filipino (*Acerodon jubatus*).

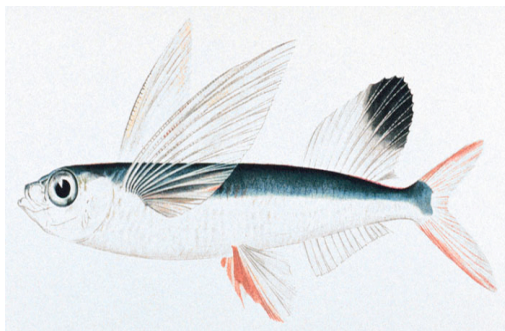
*Buscar la relación entre el tamaño de las alas y el cuerpo. ¿Cómo deberían ser las alas para poder sostener al ser humano?*

*¿El hombre guarda esta misma relación de longitud y peso? ¿Será por esto que le falló la máquina voladora a Leonardo da Vinci?*

Hay un animal que no presenta físicamente ningún atributo que le permita volar o planear, sin embargo fíjense cómo se las rebusca. Es una serpiente!!!!!! Pertenece a un grupo de ofidios del género *Chrysopelea*, que está integrado por 5 especies originarias de las selvas tropicales del sur y sureste asiático. En realidad, estos reptiles planean de un árbol a otro o hasta el suelo, del mismo modo que lo hacen las ardillas, los lagartos y las ranas voladoras. Pero a diferencia de estos, las serpientes voladoras carecen de estructuras corporales, como extensiones membranosas, para deslizarse por el aire. Aún así, se lanzan al vacío con una habilidad envidiable para moverse, cazar y huir de los peligros. Desde hace años, el herpetólogo Lake Socha, de la Universidad de Chicago, en EE UU, ha descubierto que usan sus costillas para aplastar el cuerpo y convertirlo en un paracaídas, y que “vuelan” como si nadaran adquiriendo la forma de una S ondulante.



Pero tan sorprendente o más que lo anterior, ya que son animales que no viven en el aire o “del aire”, son los exocétidos o peces voladores (Exocoetidae). Son una familia de peces marinos que comprende unas 70 especies agrupadas en 9 géneros. Se encuentran en todos los océanos, especialmente en las cálidas aguas tropicales y subtropicales.



Su más sorprendente característica es el tamaño de sus aletas pectorales, inusualmente grandes, que le permiten volar y planear por distancias de más de 50 metros. La mayor duración registrada ha sido de 45 segundos. Teniendo en cuenta que los exocétidos adultos miden sólo unos 30 cm, esta capacidad va mucho más allá de los simples saltos fuera el agua. Además los peces voladores alcanzan velocidades en el aire de 50 a 60 km/h

(como un caballo que no es de carreras, a máximo galope). Estas distancias y velocidades son posibles gracias al rápido batir de sus alas (unas 50 veces por segundo). La ventaja final de este mecanismo es una mayor posibilidad de escape ante predadores.

*Comparar el aleteo del pez volador con el del colibrí.*

*¿Por qué crees que el pez volador no puede volar más de 45 segundos?*

Qué pasó con el hombre cuando intentó imitar a estos asombrosos animales y sus atributos?

Uno de los grandes precursores en este “metier” (entre muchas otras cosas) fue Leonardo da Vinci.

Uno de los sueños (de los cientos que tuvo) de Leonardo fue construir una máquina capaz de volar. Para ello, se fijó en el vuelo de los pájaros. Hay multitud de anotaciones en sus cuadernos referentes al estudio de aves y murciélagos. Decía: “un pájaro es una máquina que funciona según las leyes de la matemática. Está al alcance del hombre reproducir esa máquina con todos sus movimientos, aunque no con su misma fuerza... A esa máquina construida por el hombre sólo le faltaría el espíritu del pájaro, y ése es el que el hombre ha de imitar con su propio espíritu”.

Leonardo estaba adelantado muchos años. La aerodinámica era un concepto que aun tardaría siglos en desarrollarse.

*¿Qué pasó al transcurrir todos esos años?*

A diferencia de Leonardo, los hermanos Wright desistieron de imitar el aleteo de las alas del ave y copiaron en cambio el vuelo de las águilas. El avión de alas fijas y hélice inició al hombre en su vuelo a las estrellas. Pero... ¿Qué sostiene a un aeroplano? La respuesta es el aire, más específicamente la presión del aire. Y... ¿Cómo lo hace?

El avión ordinario se sostiene por la presión del aire sobre sus alas, lo cual es explicado por un teorema muy extraño enunciado por el matemático suizo Bernoulli. Este teorema enuncia que cuando un fluido circula alrededor de un objeto fijo, la presión ejercida oblicuamente sobre el objeto por el fluido aumenta a medida que la velocidad de la corriente aumenta.

Por ejemplo, lancemos hacia arriba un chorro de agua por medio de una manguera, y luego coloquemos una pelota de ping pong en la parte superior del chorro. La pelota se balancea y gira pero trata de mantenerse en la parte superior de la corriente de agua, desafiando toda lógica aparente. ¿Qué sucede realmente cuando el agua fluye alrededor de la pelota? Ante todo ésta tiende a deslizarse hacia un lado, digamos a la izquierda. El agua se divide alrededor de la pelota, la mayor parte por el lado derecho y algo por el izquierdo. La desviación hace que el agua se detenga lentamente, produciendo una presión lateral.

Simultáneamente la presión del agua de alta velocidad que sube por el lado derecho de la pelota disminuye, y por tanto la pelota gira hacia el lado de baja presión, alejándose del lado de alta presión y regresando al centro del chorro.

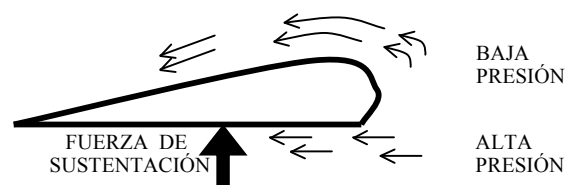
La forma de la superficie aerodinámica (sección del ala del avión) está diseñada para aumentar la presión del aire que pasa por la cara interior y luego aumentarla en la superficie superior del ala. Esto se realiza en dos formas: balanceando el ala ligeramente hacia el frente para que el aire entrante golpee la cara inferior del ala y disminuya lentamente (aumentando la presión), y forzando el aire a que atraviese una larga trayectoria sobre la superficie superior más bien que por la superficie inferior del ala.

Esta forma característica del ala, muy arqueada en la parte superior y casi lisa por debajo, es levantada por el aire que pasa y a medida que el ala se levanta también lo hace el fuselaje del avión.

Para obtener que el ala se mueva más rápido a través del aire, la hélice corta el aire y lo arroja hacia atrás. Esto impulsa el avión hacia adelante. Esto corresponde a la ley: "Todo movimiento tiene una reacción igual y opuesta", la cual explica el lanzamiento de los cohetes, propulsores a chorro y los satélites.

Ya nos vamos encaminando hacia la respuesta de la pregunta, ¿Cómo se mantiene un jumbo en el aire?

La siguiente figura



muestra que cuando se mueve un ala con cierta velocidad, se genera sobre la misma una zona de baja presión y bajo la misma una zona de alta presión. Al juego de estas dos presiones se debe la "sustentación", una fuerza que se opone al peso del avión.

Esta fuerza  $F$  depende esencialmente de la superficie  $S$  y la velocidad  $V$  del ala, según la ley:

$$F = k.S.V^2 .$$



La constante  $k$  depende del perfil del ala, densidad del aire y del ángulo de incidencia del ala respecto del flujo del aire.

Supongamos que  $k$  es 0,08.

Averiguar posibles velocidades de aviones y superficies alares y de esta manera calcular cómo puede variar la fuerza de sustentación.

Analizar qué pasa con la fuerza de sustentación cuando varía la superficie alar (dejando constante la velocidad) o cómo varía la fuerza cuando varía la velocidad (dejando constante la superficie del ala).

*Organizar la información en una tabla y representar las situaciones en gráficos cartesianos para visualizar mejor dichos comportamientos.*

Observación: Al dejar constante la velocidad, la fórmula de la fuerza de sustentación se convierte en una función lineal, en cambio si se deja constante la superficie del ala, ésta se convierte en una función cuadrática.