

Avance y Perspectiva

Revista de divulgación del CINVESTAV

Nylon y Kevlar, los materiales que dieron alas al hombre

Karina Galache · Wednesday, January 31st, 2024

Categorías: [banner principal](#), [Ciencias Exactas](#), [Zona Abierta](#)



Figura 1. Ícaro con sus alas acercándose al Sol Desde tiempos inmemoriales la humanidad ha soñado con imitar el vuelo de las aves. A partir de las leyendas antiguas, hasta las historias modernas, el anhelo de conquistar los cielos ha sido una constante en la imaginación. La idea de volar se remonta a los mitos y leyendas de muchas culturas, desde el gran dios Horus en la mitología egipcia, hasta las alas de Ícaro (Figura 1) en la mitología griega. En tiempos más recientes, Leonardo da Vinci, uno de los grandes visionarios del Renacimiento, se obsesionó con la idea de volar y diseñó el Ornitóptero, una máquina que simula el vuelo de las aves.

Con el tiempo, ya en el siglo XX, varios pioneros de la aviación lograron hacer realidad el sueño de volar, demostrando que la humanidad tenía la capacidad de conquistar el cielo. En 1903 los hermanos Wright, Orville y Wilbur, fueron los primeros en construir y probar con éxito el primer avión propulsado por un motor. Sus logros fueron un hito en la historia de la aviación, y pronto surgieron otros precursores como el brasileño Alberto Santos Dumont con su N°14 Bis (Figura 2), quien construyó y logró volar en 1906, iniciando la era de la aviación moderna.



Durante la Primera Guerra Mundial, la aviación desempeñó un papel crucial en las operaciones militares con el desarrollo de aviones especializados para el combate aéreo. Fue así como se convirtieron en herramientas importantes para la guerra y sus necesidades, como la exploración, la cual permitió identificar el terreno con una vista más detallada, es decir, con

una vista aérea. Después de estos inicios, la guerra dio un importante empuje a la aviación, incentivando la organización de la aviación comercial y así surgieron compañías como Air France, United Airlines y VARIG (Figura 3).



Figura 3. Avión Junkers JU52 operado por la compañía brasileña VARIG en 1938 (Varig-Airlines.com, 2023).

Durante la Segunda Guerra Mundial, los aviones desempeñaron un papel aún más importante que en la primera, trayendo consigo grandes avances tecnológicos; ejemplo de ello fueron el jet y el helicóptero. Después de la guerra, los vuelos comerciales experimentaron un gran auge con el desarrollo de los aviones a reacción, lo que permitió vuelos más rápidos y cómodos.

Hoy en día, la aviación es parte esencial de la vida moderna, con millones de personas volando cada día en todo el mundo. Con el avance de la tecnología, los aviones se han modernizado, son más seguros, más eficientes y mucho más cómodos. Este tipo de vuelo, propulsado por motores, fue desarrollado durante más de un siglo, llegando a construirse aeronaves tan grandes y pesadas como las 570 toneladas de los aviones Airbus A380 (Figura 4) que son, hasta el momento, los aviones de pasajeros más grandes del mundo. Esta aeronave es la primera con motor de reacción que cuenta con dos cubiertas a lo largo de todo su fuselaje y una capacidad de hasta 850 pasajeros.



Figura 4. Avión comercial Airbus A380 (Mittermeier, 2019).

Otros avances se encuentran en las aeronaves espaciales, como los transbordadores Challenger o Columbia, con sus cerca de 2 mil toneladas de peso y capacidad de realizar misiones fuera de la Tierra (Figura 5).



Figura 5. Transbordador espacial Columbia (Pixabay, 2017).

La humanidad ha podido volar a expensas de más de un siglo de desarrollo de tecnologías aerodinámicas, y el uso de materiales que requieren composiciones químicas tan variadas y complejas que casi abarcan la totalidad de los elementos químicos conocidos en la Tabla Periódica.



Figura 6. Imagen de un parapente en vuelo

En contraparte a las aeronaves propulsadas por motores, hace muy poco tiempo se construyeron aparatos muy ligeros capaces de integrarse al cuerpo humano y proporcionarle vuelos tan suaves y placenteros como los de las aves. Un ejemplo es el

parapente (paragliding en inglés) (Figura 6). Este es un aparato volador que se considera de vuelo libre debido a que no dispone de un motor. El término parapente también se refiere al deporte extremo asociado al parapente, siendo un deporte relativamente joven. Se originó en la década de 1970 gracias a un grupo de montañistas franceses que querían bajar volando mediante un tipo de paracaídas desde las cimas que habían ascendido. Unos 10 años después se produjeron parapentes comerciales, convirtiéndose en un deporte organizado, con competiciones y eventos regulares en todo el mundo.

En la actualidad, este deporte es muy popular (Figura 7), con cerca de 200 mil parapentistas registrados en todo el mundo y se practica en sitios específicos dispersos en todo el planeta. México es un país idóneo para practicar este deporte, dada la cantidad enorme de montañas y valles existentes, así como condiciones climáticas favorables para volar durante todo el año, al contrario de otros países donde el vuelo solo es posible en los meses más calurosos.



Figura 7. Imagen de un sitio de vuelo en parapente (Autoría propia).

Volar en parapente, además de ser una actividad emocionante de desafío, también es una forma única de experimentar el esplendor de la naturaleza y de conectarse con el ambiente desde una perspectiva totalmente nueva.

El parapente

Este aparato de vuelo libre es el más sencillo y fácil de pilotar que existe. Está constituido prácticamente por dos partes: la **vela** y los **suspentes**. La primera parte, la **vela**, presenta una estructura blanda, compuesta por tela Nylon y cuya trama tiene hilos de refuerzo que frenan los desgarros eventuales. Además, la tela no presenta porosidad, es decir, no existen huecos derivados de la tejedura. La vela adquiere su perfil o forma por las presiones que se ejercen en el interior de las celdas por el aire que entra de las bocas situadas en el borde de ataque o delantero. La segunda parte consiste en líneas que unen la vela al arnés o silla donde se ubica el piloto. Estas delgadas líneas se llaman **suspentes** y están fabricadas con materiales muy resistentes como el Kevlar. Ambas partes del parapente han evolucionado significativamente con el tiempo, tanto en términos de diseño como en tecnología. Las velas se han vuelto más ligeras, resistentes y aerodinámicas, lo que permite a los parapentistas volar más lejos y durante más tiempo.

En lo que respecta a su funcionamiento básico: el despegue se hace desde la pendiente de un cerro o de una montaña (que en francés pendiente se traduce por “pente” y de ahí el nombre de parapente). Un parapente es muy diferente de un paracaídas; el paracaídas, como lo indica su nombre, solo amortigua la caída, no vuela. Con el parapente se puede despegar fácilmente y volar por varias horas (2 a 8 horas en vuelo normal) o salir en “cross” alcanzando distancias que pueden llegar a los

600 km.

A pesar de que el parapente es un aparato volador muy sencillo, ¿por qué solo hace pocos años se pudo construir? ¿No debería, por su simplicidad, ser inventado antes de los sofisticados aviones a reacción o los transbordadores espaciales? La respuesta está en el descubrimiento tardío de los materiales que constituyen las dos partes principales del parapente, la **vela** y los **suspentes**.

La vela

La vela, como se especificó, está fabricada con un material resistente de Nylon, marca registrada de la empresa DuPont para el polímero sintético basado en poliamidas. Actualmente existen varios tipos de Nylon, de los cuales el Nylon 6.6 es el más utilizado. El Nylon se emplea en una amplia variedad de aplicaciones debido a su resistencia, durabilidad y capacidad para soportar altas temperaturas. Se fabrica a partir de dos componentes químicos: ácido adípico y hexametildiamina, ambos con 6 átomos de carbono en su estructura. Estos dos monómeros se combinan en una reacción de polimerización para crear cadenas largas de moléculas de Nylon 6.6, nombre que se le da debido a los 6 átomos de carbono en cada monómero (Figura 8). El resultado es un material fuerte y flexible que puede ser moldeado en una variedad de formas.



Figura 8. Reacción química para formación del Nylon 6.6 (Autoría propia).

Una de las aplicaciones más comunes es en la fabricación de textiles. Las telas de Nylon 6.6 son resistentes al desgaste, al desgarre y a las manchas, lo que las hace ideales para la fabricación de ropa, alfombras y otros materiales que necesitan durar mucho tiempo, como es el caso del tejido de la vela del parapente (Figura 9). También se utiliza en la fabricación de cuerdas de alta resistencia para usos marinos e industriales. La resistencia y durabilidad del material lo hacen ideal para piezas que deben soportar altas cargas de tensión, como engranajes, cojinetes y piezas de maquinaria. También se emplea en la fabricación de piezas para la industria del automóvil y la aviación, debido a su capacidad para soportar altas temperaturas y condiciones extremas.



Figura 9. Tela de Nylon (Autoría propia).

Los suspentes

Los suspentes están formados por fibras de Kevlar, que es un material sintético resistente en extremo que se utiliza en una variedad de aplicaciones, desde chalecos antibalas hasta equipos deportivos y componentes de aviones y automóviles. Fue desarrollado por la compañía química DuPont en la década de 1960 y se considera uno de los materiales más fuertes del mundo. En un principio, el Kevlar se relacionó con las fibras de una telaraña, por la singular similitud entre las propiedades de los dos materiales, Figura 10.



Figura 10. Imagen aumentada del tejido de Kevlar de los suspentes de un parapente

(Membeth, 2013).

El Kevlar es un polímero sintético de tipo poliamida de alta resistencia que se fabrica a partir de una solución líquida que contiene principalmente dos monómeros (unidades formadoras de polímeros): la para-fenilendiamina (PPD) y el tereftalato de difenilo (TDC) que juntos, forman el poliparafenileno tereftalamida ($[-CO-C_6H_4-CO-NH-C_6H_4-NH-]_n$). La PPD es un diamino aromático que tiene dos grupos amino ($-NH_2$) en posiciones orto y para. La PPD es esencial para la creación de enlaces cruzados en el polímero final, lo que aumenta su resistencia y rigidez. El TDC, por otro lado, es un diacilo aromático que tiene dos grupos de cloruro de acilo ($-CO-Cl$) que se unen a los grupos amino de la PPD para formar enlaces amida. Estos crean una estructura de polímero rígida y fuerte resistente a la tracción y al desgaste (Figura 11).



Figura 11. Reacción química para la formación del Kevlar (Autoría propia).

Conclusión

El deseo de volar es un reflejo de la naturaleza humana que la motiva a explorar lo desconocido y buscar la libertad y la aventura. La historia de la aviación ha permitido vislumbrar desde la exploración hasta la superación de límites de la humanidad, y seguirá siendo una parte importante de nuestra vida. El vuelo libre, y en particular el vuelo que ofrece el parapente proporciona esta libertad tan anhelada, ofreciendo “alas” a los no alados, como los humanos, y así la facultad de poder volar. Pero la creación de este sencillo aparato volador, que tomó miles de años en desarrollarse, solo fue posible gracias a la invención de los dos materiales especiales (Nylon y Kevlar) capaces de soportar el peso de un humano y disponer de una configuración aerodinámica necesaria para cortar el aire y volar como los pájaros (Figura 12).



Figura 12. La emoción de volar como (y con) los pájaros (Ozan, 2019).

Lecturas recomendadas

Anthony. (2011). Pexels.
<https://www.pexels.com/photo/person-paragliding-under-cloudy-sky-132429/>

Admin. (n.d.). Parapente – Volar con parapente. Deportes Aéreos.
<http://deportesaereos.info/Parapente.html>

Admin. (2022). ¿Qué es el parapente? SKY NORTE | Vuelo En Parapente.
<https://www.skynorte.com/que-es-parapente/>

Adobe Stock. (2023). Fotos de Stock, imágenes libres de derechos de autor, gráficos, vectores y vídeos | Adobe Stock. <https://stock.adobe.com/mx/>

Chatzi, E. G., & Koenig, J. L. (1987). Morphology and structure of Kevlar fibers: a review. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 26(3–4), 229–270. <https://doi.org/10.1080/03602558708071938>

Choosang, N., & Smitthipong, W. (2022). Study of nylon textile-reinforced natural rubber composite. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1234(1), 012012. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1234/1/012012>

Colaboradores de Wikipedia. (2023, November 25). Alberto Santos Dumont. Wikipedia, La Enciclopedia Libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Alberto_Santos_Dumont

Combaz, C., & Segura, J. (1992). Aventuras deportivas en parapente. TUTOR.

Conforti, F. (2021). The history of the aviation. Biblioteca Aeronáutica.

Lim, J., Gupta, B., & George, W. (1989). The potential for high performance fiber from nylon 6. *Progress in Polymer Science*, 14(6), 763–809. [https://doi.org/10.1016/0079-6700\(89\)90009-9](https://doi.org/10.1016/0079-6700(89)90009-9)

Papa Pintor, Y. (2020). ¿En qué consiste el parapente? Mejor Con Salud. <https://mejorconsalud.as.com/fitness/deportes/mas/parapente/>

Membeth. (2013). Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kevlar_Verbundwerkstoff.jpg

Mittermeier, F. (2019). Pexels. <https://www.pexels.com/es-es/foto/avion-lufthansa-blanco-y-negro-2832089/>

Ozan, G. (2019). Pexels. <https://www.pexels.com/es-es/foto/pajaro-volador-cielo-azul-paracaidas-12218661/>

Pixabay. (2017). Pexels. <https://www.pexels.com/es-es/foto/transbordador-espacial-de-la-nasa-despegando-355906/>

Singh, T. J., & Samanta, S. (2015). Characterization of Kevlar fiber and its composites: a review. *Materials Today: Proceedings*, 2(4–5), 1381–1387. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2015.07.057>

Varig-Airlines.com (2023) Foto Museo Varig. <https://varig-airlines.com/>

Vidal Olivares, J., & Piglia, M. (2022). Historia de la aviación comercial en América Latina, 1919-2019. Editorial Unimagdalena.

This entry was posted on Wednesday, January 31st, 2024 at 11:01 pm and is filed under [banner principal](#), [Ciencias Exactas](#), [Zona Abierta](#)
You can follow any responses to this entry through the [Comments \(RSS\)](#) feed. Both comments and pings are currently closed.

