HISTORIAS MILIMÉTRICAS DE ESCAPISMO

Posted on 27 junio, 2018 by Víctor M. Orteg y Sarahí Arriaga Ramírez

Para los insectos terrestres pequeños, milimétricos, quedar atrapado en la superficie del agua es generalmente una sentencia de muerte debido a la multitud de verdugos acuáticos siempre al acecho.

Category: Ciencia

Tag: Ciencias Naturales

Para los insectos terrestres pequeños (milimétricos), quedar atrapado en la superficie del agua es generalmente una sentencia de muerte debido a la multitud de verdugos acuáticos siempre al acecho. Podríamos creer que la solución a sus problemas consiste en alcanzar con prontitud el borde, la frontera. No obstante, es precisamente allí donde radica el mayor de sus males, ya que para salir avante requieren nada menos que vencer la resbalosa y empinada cuesta arriba que constituye el menisco. Basta decir que ni las hormigas comunes, ni las moscas de fruta lo consiguen. Entonces, ¿cómo es posible que un grupo de insectos liliputienses llamados tisanópteros lo logren sin mayores problemas? Veamos con detalle cómo logran tal hazaña.

Llueven insectos del cielo

Durante el verano en la ciudad de Davis, California, los días son generalmente calurosos pero de vez en cuando el gentil soplo del viento logra mitigar tal bochorno. Curiosamente en esos días es

común sentir una intensa y localizada comezón en brazos y piernas mientras uno viaja en bicicleta por el campus de la Universidad de California. La sensación es similar a la provocada por un piquete de mosquito pero sin que éste deje roncha. Lo sorprendente es que al examinar con detalle el área afectada, uno puede darse cuenta de que los responsables son nada menos que unos seres diminutos, del tamaño de apenas un grano de arena, pálidos, alargados, conocidos como tisanópteros. Y no es para menos ya que debido a que estos insectos se encuentran plagados de cerdas puntiagudas (Figura 1) sobre su cuerpo y alas, al aterrizar sobre la piel producen esa intensa y desagradable sensación de polvos picapica.

Figura 1. Tisanóptero de la especie Frankliniella occidentalis. Su cuerpo mide un milímetro. Créditos Víctor M. Ortega

De hecho, ver llover tisanópteros es muy común a lo largo y ancho del planeta (excepto en latitudes altas), debido a que estos organismos suelen ser multitudinarios y milimétricos, lo cual propicia que durante condiciones de mal tiempo sean literalmente arrancados de las plantas donde viven. Lluvias torrenciales pueden mermar su población hasta en un 70% y fuertes ventiscas pueden arrastrarlos distancias y/o alturas de hasta cientos de kilómetros. Viajando así, prácticamente a la deriva, a los tisanópteros no les queda más remedio que esperar un lugar adecuado al cual aterrizar y asirse, como lo es en la piel de un ciclista, el tronco de un árbol, una hoja, tierra firme, o en el peor de los casos... un cuerpo de agua.

El agua es una trampa

> *No sólo artrópodos son capturados en el agua, también materia orgánica, minerales, polen,*

> *detritus.*

Pocos sospecharían que la trampa para insectos más conspicua, antigua y extensa sobre la faz de la tierra es simple y llanamente la superficie del agua; la de todo cuerpo ácueo continental o marino, permanente o temporal (formado por la lluvia). Pero no sólo artrópodos son capturados en esta trampa, también materia orgánica, minerales, polen, detritus. Con tan suculento y variado menú puesto sobre el agua en todo momento, no es sorpresivo que los comensales sean de los más diversos orígenes: bacterias, protozoarios, artrópodos acuáticos, peces, anfibios, aves, murciélagos. Tan generoso es este ambiente acuático que hay depredadores de todo tipo, incluso los hay altamente especializados. Un ejemplo es la familia gerridae, con casi 2000 miembros, comúnmente conocidos como chinches patinadoras famosos por su habilidad de caminar y saltar impetuosamente sobre el agua. Gracias a su capacidad para detectar con sus patas vibraciones mínimas producidas sobre el agua, estas chinches tienen ventaja sobre otros depredadores al poder reconocer en un santiamén la localización de su presa, sopesar si es digna de esfuerzo individual o de grupo, o incluso si representa algún peligro.

Con tantos moros en la costa, a los infortunados insectos atrapados sobre el agua no les queda sino echar mano de todas sus habilidades locomotoras para tratar de salir lo más rápidamente posible del agua y salvar “el pellejo”, o en su caso la cutícula.

De fronteras infranqueables

Escapar de la superficie del agua depende en cierta medida del tamaño del cuerpo. Insectos grandes, mayores a un centímetro, como abejorros o mariposas monarca, pueden hacerlo inclusive si sus cuerpos y alas se encuentran anegados parcialmente, ya que con el batir de sus alas estos organismos pueden despegar directamente de la superficie o, si parcialmente sumergidos, generar ondas superficiales en el agua que los pueden trasladar fácilmente hacia la orilla.

En contraste para los insectos pequeños, ni el rápido batir de sus alas -hasta 250 veces por segundo en moscas- es suficiente para romper la intensa atadura capilar entre sus cuerpos y el agua. Por lo tanto, los insectos milimétricos deben confiar en sus apéndices locomotores, o en sus deformables cuerpos, para generar suficiente empuje y poder acercarse a la orilla. Claro, salvo algunas contadas excepciones como lo es el escarabajo *Galerucella nymphaeae* que al batir sus alas, usando sus patas taseras como esquís, puede generar suficiente propulsión para trasladarse a gran velocidad sobre la superficie del agua.

> *Imaginemos la dificultad que representaría para nosotros subir con los pies desnudos una resbaladilla untada en mantequilla.*

No obstante en la orilla los insectos pequeñitos enfrentan un reto mayor: ascender la empinada cuesta arriba que constituye el menisco de agua. Para sensibilizarnos sobre este problema imaginemos la dificultad que representaría para nosotros subir con los pies desnudos una resbaladilla untada en mantequilla. Con decir que las hormigas arborícolas *Pseudomyrmex oculatus*, de apenas ~3 mm de tamaño, son incapaces de subirlo, a pesar de que éstas son capaces de generar suficiente impulso con sus patas para propulsarse sobre el agua. Y lo mismo pasa con las moscas de fruta, que al caer en un frasco abierto con agua son incapaces de escapar. Pero ¿por qué el menisco es tan difícil de dominar para los insectos terrestres pequeños?

Menisco(sito) tirano

> *El menisco es simplemente una deformación superficial de un líquido...*

El menisco es simplemente una deformación superficial de un líquido resultado del balance entre la fuerza de gravedad y las fuerzas de atracción molecular en la interfase entre el aire, el líquido y la pared del sólido. La curvatura del menisco depende del grado en que el sólido se moje y de la tensión superficial. Lo primero se puede determinar muy fácilmente colocando sobre el material sólido una gota de agua: si ésta se extiende sobre su superficie, entonces el material será hidrofílico y por tanto el menisco será cóncavo. Caso contrario -esto es si la gota retiene su forma esférica- el material será hidrófobo y el menisco convexo. La tensión superficial, por su parte, resulta de la atracción entre moléculas en la interfase de un líquido y es, por ejemplo, responsable de que una aguja puesta horizontalmente sobre el agua flote. En particular, la tensión superficial determina la máxima altura que alcanza el menisco sobre la pared del sólido. En el caso de materiales hidrofílicos como el vidrio, la altura del menisco será de unos cuantos milímetros. Por esa razón el menisco es sólo relevante para animales pequeñitos.

Hablando de serendipias

El descubrimiento de las habilidades de los tisanópteros para subir el menisco de agua fue totalmente inesperado, ya que en ese entonces mi atención (VMO) se enfocaba en determinar si las chinches patinadoras recién eclosionadas eran capaces de alimentarse de polen depositado sobre el agua. Afortunadamente, mientras sacudía algunas flores sobre la superficie noté que junto con el polen depositado en el agua había caído un pequeño tisanóptero. Para mi sorpresa, el insecto de repente curvó su cuerpo y manteniendo esa postura, como si nada, empezó a subir el menisco formado por la pared del contenedor y el agua. Completamente fascinados con tal hazaña, ya que estos insectos no son acúaticos, decidimos averiguar más a fondo este misterioso fenómeno en

colaboración con Robert Dudley del Departamento de Biología en UC Berkeley.

Con esas curvas

La forma en que los tisanópteros suben el menisco -formado por el agua sobre una pared de vidrio- es a la vez sencilla y elegante, ya que al encontrarse en la interfase a menos de un centímetro de la pared, estos insectos simplemente adoptan una postura curva para poder subirlo. La velocidad de ascenso es cinco veces el tamaño del cuerpo por segundo, que sería similar a la velocidad que alcanza el corredor jamaiquino Usain Bolt.

Hablando estrictamente, la velocidad de ascenso depende en gran medida de la viscosidad del líquido, o en otras palabras de cuán pegajoso es éste. En un líquido con una viscosidad un orden de magnitud mayor a la del agua, por ejemplo la de una solución azucarada con la misma cantidad de agua y azúcar, la velocidad de ascenso será cinco veces menor (ver video). Mientras que en una solución como la miel o el lodo, cuya viscosidad es muy grande, la velocidad será prácticamente cero.

Sin embargo, los tisanóperos enfrentan un problema serio al subir el menisco en reversa, ya que son incapaces de escalar la pared de vidrio usando sus patas traseras. Este inconveniente lo solucionan una vez estando en la cuesta del menisco al dejar de curvar su cuerpo para así moverse menisco abajo. Al tiempo que descienden el menisco estos insectos usan sus patas como lastres, de uno de sus costados, para generar un torque que los hace rotar 180 grados. Y una vez que han ganado una posición favorable - esto es con la cabeza dirigida hacia la pared- vuelven a arquear su cuerpo y suben hasta alcanzar la pared, pero esta vez, sin que represente inconveniente alguno (ver video).

Ascenso imposible

Un insecto pequeño o una aguja flotan sobre la superficie del agua porque su peso esta en equilibrio con la tensión superficial y con su flotabilidad (Figura 2). A primera vista parecería contra intuitivo el que un insecto logre subir el menisco con tan sólo arquear su cuerpo, a costa de la imperante fuerza de gravedad. Sin embargo, la explicación general del fenómeno es relativamente simple, ya que un insecto ascenderán el menisco si la fuerza de flotación -que resulta al sumergir un cuerpo en un fluido-, y la tensión superficial logran superar el peso del organismo.

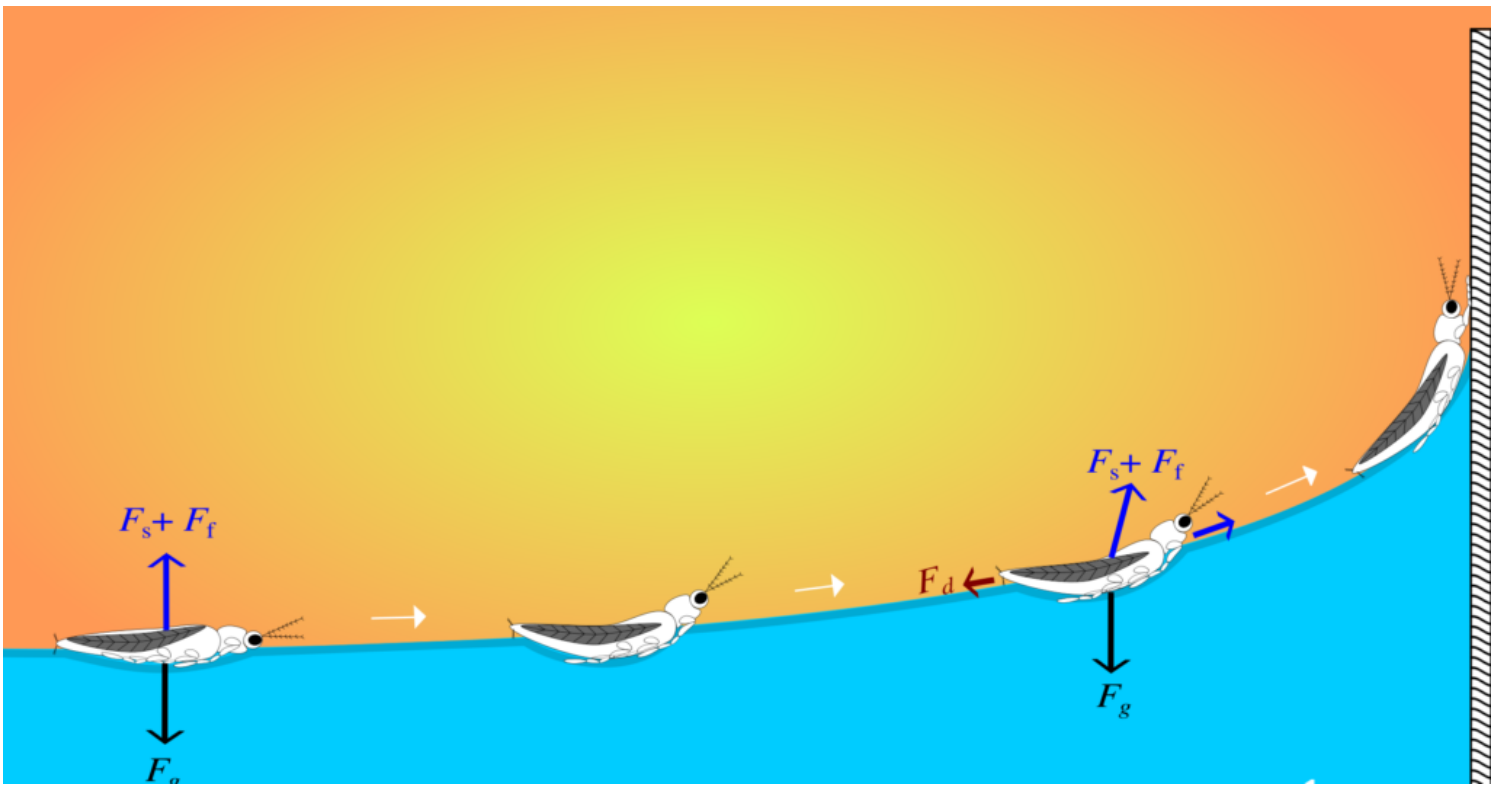

Figura 2. Dibujo que muestra a un tisanóptero subiendo el menisco y las fuerzas implicadas en el fenómeno. Fuerza debido a la flotabilidad (Ff), tensión superficial (Fs), gravedad (Fg) y arrastre (Fd). Créditos Víctor M. Ortega.

Al igual que los tisanóptero, varias especies de insectos acuáticos y semiacuáticos, como chinches de agua y larvas de coleópteros, pueden subir el menisco sin dificultad. Esto lo consiguen deformando activamente la superficie del agua con ayuda de sus patas o sus cuerpos, hasta crear una pequeña cuenca sobre el agua. Esta deformación produce una fuerza neta hacia arriba, debida a la tensión superficial y a la flotabilidad, que en presencia de la pendiente producida por el menisco hará que exista un componente horizontal de fuerza que transportará al insecto hacia la pared. Y es precisamente esta deformación activa de la superficie del agua la que permite a estos insectos milimétricos alcanzar tierra firme.

Mensaje dentro de una botella tirada al mar

Estas extraordinarias facultades de sobrevivencia de los tisanópteros son malas noticias para los agricultores, ya que algunos de estos insectos son una incontrolable plaga que causan serios daños a los cultivos, además de que transmiten un sin número de enfermedades y virus peligrosos a las plantas. Pero siendo justos la gran mayoría de las especies de tisanópteros cumplen un papel benéfico en los ecosistemas, pues son polinizadores de una gran variedad de plantas con flor y de

cícadas (Cycadales). Incluso algunas especies, en la familia Aeolothripidae, son feroces depredadores que se alimentan de otros tisanópteros que son dañinos para las plantas.

> *La gran mayoría de las especies de tisanópteros cumplen un papel benéfico en los ecosistemas, pues son polinizadores.*

Es incomprensible que los recursos de investigación sobre plagas estén enfocados en tratar de hacer desaparecer a dichos organismos por medio de pesticidas, sin que esto implique entender su biología a profundidad y en un amplio espectro. Si esta tendencia cambiara seguramente estaríamos más cerca de encontrar una solución efectiva y segura a los problemas que causan al hombre y de paso entender la interesante vida de estos misteriosos seres diminutos.

Para finalizar, quiero exhortar a los jóvenes, a los futuros hombres de ciencia, para que en su camino por lo desconocido se den siempre un tiempo para atender aquellos fenómenos que surgen inesperadamente, por sorpresa, y que no son parte de los objetivos originalmente planteados en un proyecto. Ya que estas aparentes minucias pueden dar pie a fascinantes descubrimientos que pueden llegar incluso a confrontar nuestra actual forma de ver y entender el mundo. Sirva como pequeña muestra las increíbles habilidades de los tisanópteros para subir el menisco. C^2

Para saber más:

- Ortega-Jimenez VM, Arriaga-Ramirez S, Dudley R. 2016. Meniscus ascent by Thrips (Thysanoptera). *Biol. Lett.* 12: 20160279.
- Ortega-Jimenez, V. M, von Rabenau, L. and Dudley, R. 2017. Escape jumping by three age-classes of water striders from smooth, wavy and bubbling water surfaces. *J. Exp. Biol.* 220:2809-2815.
- Hu DL, Bush JW. 2005 Meniscus-climbing insects. *Nature 437*: 733 –736.
- Vella D, Mahadevan L. 2005 The 'cheerios effect'. *Am. J. Phys.* 73: 817–825.
- Mukundarajan H, Bardon TC, Kim DH, Prakash M. 2016. Surface tension dominates insect flight on fluid interfaces. *J. Exp. Biol.* 219: 752-766.

Acerca de los autores

Víctor M. Ortega es SNI Nivel I y actualmente es investigador por projecto en el departamento de Neurobiología, Fisiología y Conducta Animal de la Universidad de California, Davis. Su investigación se centra en el estudio del movimiento animal en fluidos multifásicos y turbulentos.

mail: ornithopterus@gmail.com(www.ornithopterus.com)

Sarahí Arriaga Ramírez es estudiante de doctorado en el Departamento de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad de California, Davis. Sus intereses de investigación se enfocan en el estudio de fenómenos climáticos extremos por medio de modelos computacionales.

Email: sarriaga@ucdavis.edu

Leer más de CIENCIAS NATURALES