

Curvas, atracciones, diseño

CONEXIONES

Alejandra Zayas
Instituto de Biotecnología, UNAM

Alejandra Zayas es egresada de la Licenciatura en Ciencias Genómicas de la UNAM, y actualmente candidata a doctora en Ciencias Biomédicas en el Instituto de Biotecnología de la UNAM. Es una entusiasta divulgadora de la ciencia habiendo sido la creadora de la sección "Conexiones" dentro de esta columna. Dentro de sus actividades en divulgación científica han destacado su participación como tallerista en el programa PAUTA-Morelos y conductora de El Gusanito, cuando la curiosidad te pica en Radio Chinelo. Es además miembro fundador de la asociación Más Ciencia Por México A.C., organización ciudadana que busca contribuir a la construcción de una mejor sociedad a través del desarrollo y la divulgación de la cultura científica. @MasCienciaMx. Presentada por Agustín López Munguía, miembro de la Academia de Ciencias de Morelos.

Llega la temporada de lluvias y con ella la floración de muchas especies de orquídeas silvestres y cultivadas. En México hay un gran grupo de coleccionistas que nos comparten sus mejores ejemplares, como las que año con año presenta la Asociación Mexicana de Orquideología en varias partes del país (Fig. 1A), y Morelos no es la excepción. Nativas de México o procedentes de otros países, las orquídeas son un deleite.

Curvas que atraen

¿Les ha pasado que queriendo conquistar a alguien aplican estrategias de seducción que van desde ponerse en forma y adornarse con algo que le guste a esa persona, hasta poner en práctica los mejores discursos? Lo mismo pasa con muchos otros seres vivos, ya que si de reproducción se trata, la selección natural activa hasta lo inimaginable. Uno de esos casos se presenta en las fanerógamas como también se conoce a las plantas con flores.

Aunque llevamos siglos estudiando a las plantas con flores, cada día nos sorprenden con su creatividad e inventiva en el arte de la reproducción a partir de la polinización. Las plantas con flores también ponen en práctica estrategias para atraer,

en su caso a los polinizadores, que les ayudan a reproducirse: algunas producen mucho polen o le ponen alas y dejan la tarea al viento; otras utilizan sutiles aromas, entre una infinidad de artilugios más. Las orquídeas se valen de sus colores, esencias, formas y estructura de sus pétalos para atraerlos. Pero no es tarea fácil para los polinizadores pues algunas se ponen difíciles. Por ejemplo, la orquídea de Darwin (*Angraecum sesquipedale*), nativa de Madagascar, tiene un espón nectario o estructura donde se produce el néctar -que buscan los polinizadores- de aproximadamente 30 cm de longitud, así que el polinizador debe tener una estructura ad hoc para extraerlo. En 1862 Charles Darwin reportó en su libro "La fecundación de las orquídeas" la longitud de este nectario y propuso que sólo un insecto polinizador con una probóscide o aparato bucal de los insectos con dos alas -dípteros- del mismo largo podría succionar su néctar, probablemente alguna polilla. Incluso hay una película que hace referencia a este término llamada "La lengua de las mariposas", reconocida y recomendable. La propu-

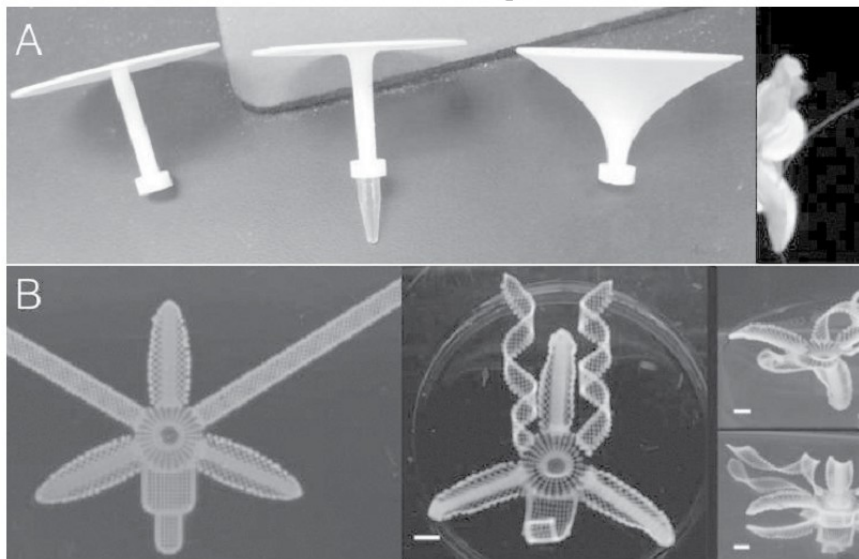


Fig. 2. (A) Vista lateral de tres variantes de las flores diseñadas artificialmente simulando a las que accede de la polilla (B) Impresión 4D biomimética de la estructura de una orquídea *Dendrobium helix*. Crédito: Gladman et al.

esta de Darwin y el polinizador de la orquídea se confirmó hasta 1992 con el hallazgo de la polilla que efectivamente, a pesar de su deambular nocturno, es atraída posiblemente por el color blanco de esta flor para alimentarse de su néctar (Fig. 1B).

La forma sí importa: modelando curvas en 3D

Entender las ventajas o desventajas de las formas de una flor sigue siendo todo un tema de investigación en nuestros tiempos.

En el 2015 Eric Campos y sus colaboradores de la Universidad de Washington, en Estados Unidos, utilizaron las impresiones 3D para realizar simulaciones de flores con diferentes formas de corola parecidas a una trompeta o a un disco plano. El objetivo era

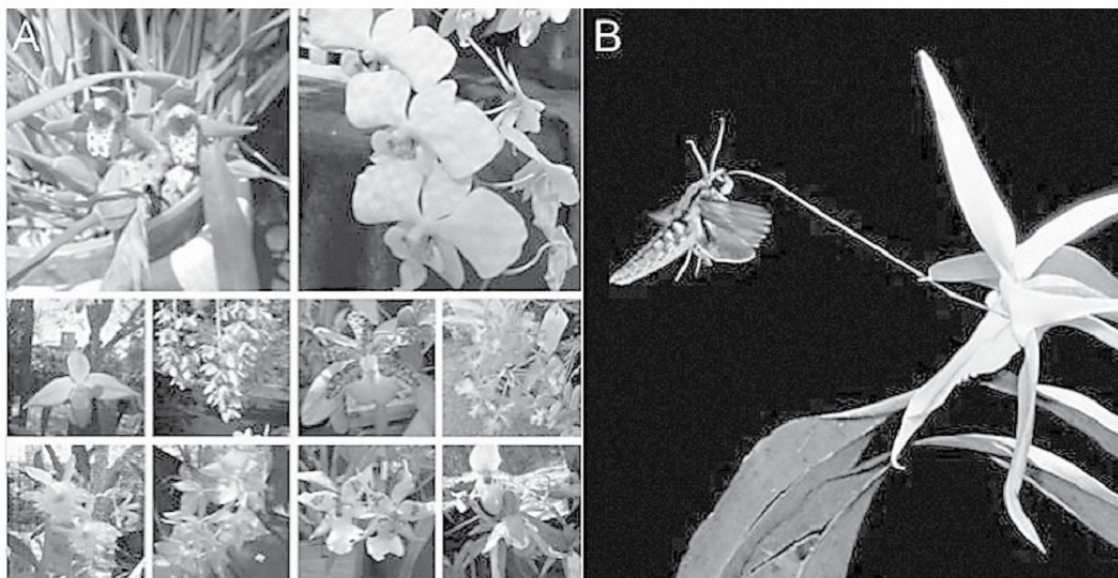


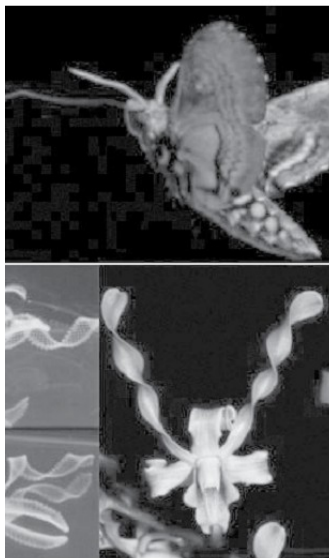
Fig. 1. (A) Si fueras polinizador, ¿qué flor elegirías? Orquídeas presentadas en la Exposición de Orquídeas Tepoztlán 2017. (B) La polilla *Xanthopan morgani* accediendo al néctar de la orquídea *Angraecum sesquipedale* con su larga probóscide. Crédito: Minden Pictures/SuperStock

ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS, A.C.

¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTÁCTANOS: editorial@acmor.org.mx



os e impresiones



olilla *Manduca sexta* [1] Crédito: Eric Cam-2016 [2]

simular la forma, ¿podría simularse el movimiento?

Sydney Gladman, una joven investigadora de la Escuela de Ingeniería y Ciencias aplicadas John A. Paulson de la Universidad de Harvard, se dedica a crear tintas poliméricas que responden a estímulos para poder imprimir materiales y estructuras inspiradas en la naturaleza. Gladman desarrolló un método de impresión "4D", donde las estructuras impresas cambian su forma al entrar en contacto con otros materiales, en este caso, el agua (Fig. 2B). Como comenta en su publicación [2], existen otros sistemas o materiales que cambian su forma, entre ellos textiles, robots, aparatos biomédicos e incluso tejidos celulares por mencionar algunos. Sin embargo, las plantas tienen características muy especiales para adquirir diferentes conformaciones, como el cambio en su turgencia, es decir, cuando sus células están hinchadas por la presión que ejerce su contenido de agua. Cuando se te olvida regarlas éstas pierden turgencia, se deshidratan, se arrugan y se marchitan, cambian por completo su estructura por la falta de líquida. Con base en ello, Sydney

Gladman realizó impresiones con una estructura de hidrogel y fibras de celulosa organizadas de manera que al entrar en contacto con el agua e hincharse se alinean en patrones que se pueden predecir matemáticamente. Además, con ayuda de estas nuevas tecnologías Sydney Gladman logró recrear no sólo la estructura de las orquídeas, sino también la de los alcatraces.

Diseña tus propias curvas

Y bueno, así como podemos simular la apertura de una flor con impresiones 3 y hasta 4D, el descubrimiento de nuevos materiales ha abierto una nueva era en la investigación, entre ellos, materiales más ligeros para partes de autos o aviones, tejidos vivos para trasplantes o hasta biomateriales con propiedades exóticas como nos cuenta Katherin Bourzac en la revista PNAS del mes de abril [3]. Actualmente, empresas como Carbon (www.carbon3d.com), fundada por el investigador Joseph DeSimone (<http://desimone-group.chem.unc.edu/>), se dedican a analizar y diseñar materiales con nuevas propiedades para

lograr las características apropiadas en calidad, mecánica, resistencia a temperatura, peso, etcétera, para distintos productos.

Hasta hace un par de años, una de las limitantes de la tecnología 3D era el lento proceso de impresión capa por capa. Sin embargo, los investigadores de la empresa Carbon hicieron adaptaciones a la técnica de estereolitografía para acelerarlo, creando una nueva impresora conocida como "Interfaz de Producción Líquida Continua" (CLIP, por sus siglas en inglés) la cual emplea resinas líquidas que con luz ultravioleta se solidifican. Este desarrollo fue publicado en dos de las revistas científicas de mayor impacto a nivel mundial (Science [4] y PNAS [5]) y ha logrado vincular a la compañía con empresas dedicadas al diseño y producción de zapatos deportivos, logrando productos que se podrán adaptar a las necesidades específicas del consumidor. Después de tales grandes avances ¿qué sigue? Las investigaciones ya caminan hacia el desarrollo de tintas con conductividad eléctrica, otras que puedan involucrar células de tejidos vivos y materiales que puedan detectar movimiento [3]. De película ¿no?

Lo que hace algunos años parecía lejano, ya está a la vuelta de la esquina. Inclusive varias cadenas comerciales ya tienen a la venta impresoras 3D

no tan sofisticadas, y aunque el costo aún es poco accesible, ya no es estratosférico. Si tuvieras una impresora 3D en casa, ¿qué diseñarías? ¿Se te ocurre alguna propuesta a investigar? ¿Plantas? ¿insectos? ¿Orejas? ¿Narices? Ve pensándolo y comienza a hacer realidad tus ideas probando la aplicación Tinkercad (www.tinkercad.com) disponible en línea para elaborar diseños para impresiones 3D. ... ¿Qué impresión!

Bibliografía.

1. Campos E, Bradshaw Jr HD, Daniel TL. (2015) Shape matters: corolla curvature improves nectar discovery in the hawkmoth *Manduca sexta*. *Functional Ecology*. 29:462-468
2. Gladman S, Matsumoto EA, Nuzzo RG, Mahadevan L, Lewis JA. (2016) Biomimetic 4D printing. *Nature Materials*. 15:413-418
3. Bourzac K. (2017) 3D printer innovations tackle complexity of metamaterials, living tissue. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 114(16):4034-4036
4. Tumbleston JR et al. (2015) Continuous liquid interface production of 3D objects. *Science*. 347(6228):1349-1352
5. Januszewicz R et al. (2016) Layerless fabrication with continuous liquid interface production. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 113(42):11703-11708

identificar en cuál de las dos le resulta más fácil a la palomilla *Manduca sexta* (Fig. 2A) acceder y consumir el néctar [1]. Con una impresora 3D los investigadores simulaban las curvas empleando una ecuación, diferentes parámetros como la curvatura, el radio del nectario, la longitud y el radio. En el interior de la flor colocaron una solución de agua con sacarosa simulando el néctar y también simulaban la iluminación nocturna. Como resultado del estudio los investigadores observaron que a la polilla se le facilita más acceder a las flores con forma de trompeta, independientemente de la apertura del nectario. La curvatura sirve como una guía para *Manduca*, permitiendo mayor contacto entre la flor y la probóscide. Y bueno, gracias a la tecnología ahora sabemos que entre las flores y sus polinizadores como bien lo dice el título de la investigación: la forma sí importa.

Curvas en movimiento

Como ves, las orquídeas además de hermosas son interesantes, y no sólo por su forma, sino también por su movimiento. Es cierto que no tienen pies o patas para cambiar de lugar, sin embargo ante estímulos como la luz, la gravedad, el contacto o la ubicación del agua que requieren, las plantas presentan ligeros movimientos. Así como ya se logró



Fig. 3. Joseph DeSimone, reconocido investigador en la Universidad de Carolina del Norte, creador de la compañía Carbon que ha revolucionado la impresión 3D con la investigación de tecnologías de impresión más rápida y materiales con características acorde a las necesidades de compañías dentales, automotrices, de audio, deportivas, entre muchas otras. Crédito: www.carbon3d.com

Para actividades recientes de la Academia y artículos anteriores puede consultar: www.acmor.org.mx