

Boletín de la SEA

En este Número: Edición Especial de Especies Invasoras

Gorgojos, cristales fónicos y computadores ópticos

Por Analía Lanteri, M. Guadalupe del Río & Adriana E. Marvaldi
Página 1

El abejorro terrestre grande, *Bombus terrestris*, un invasor todo terreno

Por Carolina Laura Morales
Página 5

La "Chaqueta Amarilla", una atractiva y exótica avispa social

Por Paola D'Adamo
Página 7



Estampillas entomológicas Argentinas

Por Federico C. Ocampo
Página 8

REPORTAJE:

Diálogo con William G. Eberhard

Por Alfredo V. Peretti
Página 10

Biólogos viajeros: ¡Algo huele mal! Escarabajos estercoleros y sus preferencias olfatorias

Por M. Belén Maldonado
Página 13

Tesista:

Biodiversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en el Chaco Semiárido

Por Andrea Fúster
Página 14



Especies Invasoras:

Apis mellifera, de África vinieron todas

Por Alberto Galindo-Cardona
Página 3



Gorgojos, cristales fotónicos y computadoras ópticas.

¹Analía Lanteri, ¹M. Guadalupe del Río & ²Adriana E. Marvaldi.

¹División Entomología, Museo de La Plata, Paseo del Bosque S/N 1900 La Plata. ²Laboratorio de Entomología, Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA-CCT CONICET-Mendoza). E-mail: alanteri@fcnym.unlp.edu.ar

La Biomimética o **Biomimesis** (de *bio*, vida y *mimesis*, imitar) es la ciencia que tiene como principio fundamental, adoptar a la naturaleza como fuente de inspiración para producir tecnologías innovadoras. Muchas especies han sido capaces de resolver problemas biológicos mediante determinados modelos mecánicos y procesos químicos que han perdurado por millones de años (Benyus, 1997; Hargroves & Smith, 2006). Las investigaciones en esta rama de la ingeniería de materiales permiten imitar esas estructuras y funciones de los seres vivos, con la convicción de que los productos que se generen serán ecológicamente sustentables. Según Janine Benyus (2001) el primer nivel es imitar la forma natural, el segundo imitar el proceso natural, y el tercero, copiar su funcionamiento.

Como resultado de las investigaciones en biomimética se han obtenido varios productos que representan innovaciones tecnológicas, por ejemplo sustancias adhesivas surgidas por imitación de aquellas empleadas por mejillones o lagartos geckos para adherirse a las rocas; vidrios transparentes y muy resistentes tomando como modelo las conchillas de ciertos moluscos; y fibras de Kevlar basadas en los hilos de seda de arañas, que se emplean para elaborar ligamentos artificiales en el campo de la medicina, o para construir cuerdas y cables muy resistentes con diversos fines (Benyus, 2001; Rinaldi, 2007).

La especie de gorgojo *Briarius augustus* (Figura 1), más conocida por su sinónimo junior *Lamprocyphus augustus*, es una de las especies más bellas entre los gorgojos de la familia Curculionidae, y entre todos los coleópteros. Los adultos miden cerca de 25 milímetros de largo y están completamente cubiertos por un revestimiento de escamas ovales generalmente de color verde iridiscente (Figura 2). También hay ejemplares con revestimiento azulado, dorado y color crema, aunque en este último caso las escamas no son iridiscentes. Algunos de ellos presentan manchas pilosas de color negro y otros son de colores uniformes. Según Lanteri y del Río (2003) esta variación, que llevó a la descripción de varias especies cuyos nombres hoy se consideran sinónimos, se debe a fenómenos de polimorfismo (existencia de fenotipos o morfos discontinuos dentro de una misma población) y politipismo (variación geográfica en subespecies), similares a los estudiados en otros coleópteros, como la mariquita *Harmonia axyridis* (Coccinellidae).

Briarius augustus se distribuye en Brasil, Bolivia, Paraguay y nordeste de la Argentina, habita en las selvas subtropicales de América del Sur, particularmente la selva Paranaense, y no

reviste interés como plaga agrícola. En nuestro país sólo se la ha citado para la provincia de Misiones. Es probable que esta especie se halle en riesgo de extinción, debido al interés de los coleccionistas de insectos en su uso comercial y decorativo, como lo evidencia su representación en cuadros y otros adornos que se suelen realizar con insectos "vistosos".



Figura 1. Fotografía del hábito de *Briarius augustus* (Coleoptera: Curculionidae)

...continúa en página 2

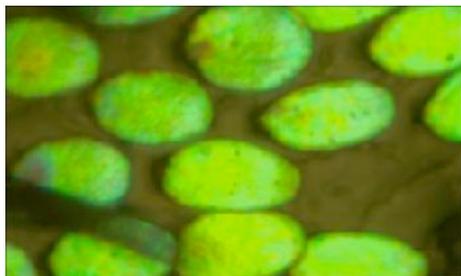


Figura 2. Fotografía del tegumento de *Briarius augustus*, donde se observan las escamas y la iridiscencia verde que producen.

Un artículo científico publicado en 2008 ha colocado a *Briarius augustus* en el centro de una de las investigaciones más ambiciosas en el campo de la Biomimética, pues habría aportado la clave para el desarrollo tecnológico de una nueva generación de computadoras. El hallazgo fue realizado por especialistas en química de la Universidad de Utah, Estados Unidos de América, y coautores: Jeremy Galusha, Lauren Richey, Jennifer Cha, Michael Bartl, en la revista "Fisical Review".

En el trabajo los autores explican que pese a los ingentes esfuerzos realizados por los científicos, no se ha logrado la construcción de un modelo ideal de "cristal fotónico" (Galusha *et al.*, 2008). Actualmente hay un gran interés en las investigaciones sobre este tipo de cristales, dado el potencial de sus aplicaciones en el desarrollo de nuevas tecnologías de comunicación puramente ópticas o "computadoras ópticas" cuya velocidad sería muy superior a la de cualquier supercomputadora actual.

Gracias a *Briarius augustus* la dificultad para lograr un modelo ideal de cristales fotónicos podría superarse, pues la estructura de sus escamas posee la arquitectura ideal para su desarrollo. "La naturaleza tiene formas simples de hacer estructuras y materiales que no podemos obtener con nuestros instrumentos y métodos de ingeniería de millones de dólares" señala Michael Bartl, y añade, "Una criatura tan simple como un escarabajo nos proporciona una de las estructuras de alta tecnología más buscadas para la próxima generación de computadoras".

Las escamas del insecto se emplearon para diseñar un molde que permite obtener cristales sintéticos semiconductores, transparentes, pues se ha descubierto que cada escama de *Briarius augustus* está formada por unas 200 piezas de quitina orientadas en diferentes direcciones (Figura 3), y cuando la luz incide sobre ellas produce interferencias múltiples reflejando la luz como un cristal fotónico natural. El color verde iridiscente del revestimiento escamoso de la especie es consecuencia de la estructura de cada una de sus escamas y no de su pigmentación. Los colores de otros escarabajos, en cambio, son producidos por pigmentos (tal es el caso de los coccinélidos) o por reflectores multicapa bidimensionales (como los colores metálicos de ciertos buprestidos). Los colores estructurales de *Briarius* y otros gorgojos entomíneos, son únicos por su uniformidad cromática, es decir, son

iguales desde cualquier ángulo de visión. Esto se debe a la nano-estructura tridimensional de sus escamas, que presentan cristales de quitina con una orientación heterogénea que resulta en la reflexión de la luz en forma independiente de la dirección (Seago *et al.* 2009; Saranathan *et al.* 2010).

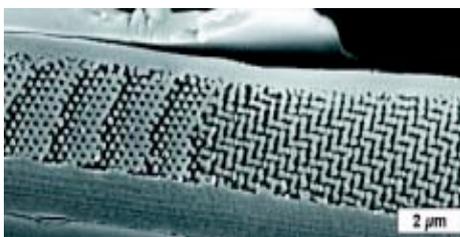


Figura 3. Imagen SEM del corte transversal de una escama de *Briarius augustus*, mostrando su estructura interna.

Una vez comprendido este fenómeno se comenzó a estudiar en detalle la estructura tridimensional de la escama. Para ello se usó un microscopio electrónico de barrido a fin de adquirir y procesar las imágenes, y se recurrió a la focalización de un haz de iones de galio para retirar las capas extremadamente delgadas de cada escama. Repitiendo varias veces este procedimiento se obtuvieron 150 imágenes de distintas secciones de una misma escama, que sirvieron para reproducir en forma teórica su estructura 3D. Dicha estructura fotónica tridimensional se obtuvo imitando la arquitectura de un sistema biológico y abre las puertas a la creación de nuevos dispositivos ópticos que podrían revolucionar la tecnología actual (Galusha *et al.*, 2010) (Figura 4).

Actualmente los ordenadores y las comunicaciones en los cables de fibra óptica utilizan luz en el campo del infrarrojo cercano y en las longitudes de onda de la luz visible, pero esos datos deben convertirse desde su forma lumínica original a la eléctrica, para poder ser procesados por una computadora. La obtención de cristales fotónicos permitirá construir computadoras ópticas que operan con fotones en vez de operar con electrones, y sus circuitos ópticos integrados o chips operarán con luz en vez de operar con electricidad.

Una computadora óptica podría hallar en segundos la solución que a los ordenadores actuales les llevaría años. Se espera que en el futuro los cristales fotónicos ideales permitan amplificar la luz y hacer más eficaces las células solares, capturar la luz que cataliza ciertas reacciones químicas, y generar diminutos haces láser que servirán como fuentes de luz en los chips ópticos.

A partir del trabajo publicado por Galusha y colaboradores el interés por el diseño de cristales fotónicos no ha cesado. Nunca hubiéramos imaginado que las escamas que confieren una particular belleza al gorgojo *Briarius augustus* servirán también para diseñar las nuevas computadoras del futuro.

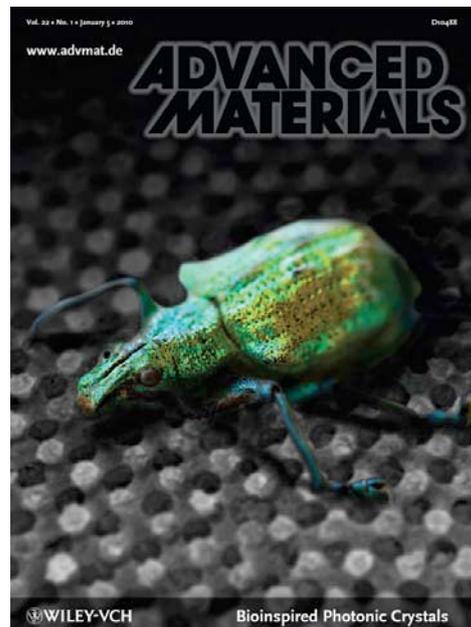


Figura 4. Portada de la revista *Advanced Material*, incluyendo la imagen del trabajo de Galusha *et al.* 2010

Bibliografía citada

- Benyus, J. M. (1997) *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. New York, NY, USA: William Morrow & Company, Inc.
- Benyus, J. M. (2001) Along came a spider. *Sierra*, 86(4), 46-47.
- Galusha, J. W., Richey, L. R., Gardner, J. S., Cha, J. N. & M. H. Bartl (2008) Discovery of diamond-based photonic crystal structure in beetle scales. *Phys. Rev. E* 77, 050904:1-4.
- Galusha, J. W., Jorgensen, M. R. and Bartl, M. H. (2010) Bioinspired Photonic Crystals: Diamond-Structured Titania Photonic-Bandgap Crystals from Biological Templates (*Adv. Mater.* 1/2010). *Adv. Mater.*, 22: n/a. doi: 10.1002/adma.200990184
- Hargroves, K. D. & Smith, M. H. (2006) Innovation inspired by nature *Biomimicry. Ecos.* (129), 27-28.
- Lanteri, A. A. & del Rio, M. G (2003) Revision of the genus *Briarius* [Fischer de Waldheim] (Coleoptera: Curculionidae). *Insect Syst. Evol.*, 34(3): 281-294.
- Rinaldi, A. (2007) [Naturally better. Science and technology are looking to nature's successful designs for inspiration.](#) *EMBO Reports* 8 (11), 995-999.
- Saranathan, V., Osuji, C.O., Mochrie, S.G.J., Noh, H., Narayanan, S., Sandy, A., Dufresne, E.R., & Prum, R.O. (2010) Structure, function, and self-assembly of single network gyroid (I4132) photonic crystals in butterfly wing scales. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 107: 11676-11681.
- Seago, A.E., Brady, P., Vigneron, J.-P., & Schultz, T.D. (2009) Gold bugs and beyond : a review of iridescence and structural colour mechanisms in beetles. *J. Royal Soc., Interface*, 6: S165-S184.