

Los MOF: materiales a la medida
para hacer frente a los desafíos
del siglo xxi

La simplicidad
en la ciencia:
de Newton
a SpaceX

La biotecnología detrás
de la nanotecnología
dermatológica

Cuando la ingeniería trasciende las aulas • Las plantas: fábricas químicas de metabolitos secundarios • ¿Y si tu maquillaje pudiera adaptarse a ti? • Scooters: 100 años de un vehículo a gran velocidad • Con sangre, sudor y lágrimas • El héroe que todos ocupamos alguna vez • El estado del arte de la computación cuántica y el impacto en la encriptación moderna • Endometriosis: La lucha contra el sufrimiento femenino • La IA más allá de tus tareas



LA BIOTECNOLOGÍA DETRÁS DE LA NANOTECNOLOGÍA DERMATOLÓGICA

PALOMA SUÁREZ ACOSTA
Biotecnología, 7.º semestre

Un producto dermatológico puede parecer algo sencillo que usamos día con día, un líquido o una crema que ponemos en nuestra piel con la esperanza de obtener resultados prometedores. Sin embargo, en una sola gota de producto existe una tecnología compleja donde se cruzan la biotecnología, la nanotecnología y la ingeniería de materiales con el fin de proteger ingredientes extremadamente inestables para que realmente puedan hacer efecto.

Para esta primera edición “Del laboratorio a la industria”, conversamos con Rogelio Martínez Escareño, ingeniero en Biotecnología y CEO fundador de RÕGMA Biotechnologies, un laboratorio mexicano especializado en biotecnología y nanotecnología aplicada en dermatocósmica (RÕGMA Biotechnologies, s. f.).



Figura 1. Rogelio Martínez Escareño.
Fuente: Fotografía cortesía de Rogelio Martínez Escareño (2026).

Durante la conversación, quedó muy claro que lo difícil no es descubrir un activo como el ácido hialurónico, el minoxidil o la vitamina C que sea efectivo, sino diseñar un sistema que funcione como transporte. Pero ¿por qué alguien como Rogelio necesita desarrollar tecnologías tan complejas para algo tan común como un suero o una crema?

La respuesta está en que existen dos grandes retos fisicoquímicos para la dermatocósmica:

- La gran inestabilidad de muchos ingredientes activos y
- La gran capacidad de la piel para impedir el paso de sustancias del exterior (Michalak *et al.*, 2021).

El responsable de formar esta barrera contra el exterior es el estrato córneo, la capa más externa de la piel. Podemos entender su funcionamiento como que está formada de “ladrillos y cemento”. Los “ladrillos” son los corneocitos. Estas células le dan resistencia mecánica y protección a los tejidos de la piel debido a que tienen una estructura rica en queratina (Murphrey *et al.*, 2022).

El “cemento” es una matriz compuesta por lípidos como ceramidas, colesterol y ácidos grasos, que rodean a los ladrillos e impiden el paso de sustancias externas. Irónicamente, su increíble capacidad de protección la convierte en el desafío más grande para la biotecnología y la industria dermatocósmica (Murphrey *et al.*, 2022).



Debido a eso, para la mayoría de las moléculas se vuelve muy difícil atravesar esta barrera y llegar a donde deben actuar, en especial para las moléculas de gran tamaño molecular o de propiedades incompatibles con la piel (Mojumdar *et al.*, 2016).

Es justamente ahí donde la biotecnología y la ingeniería hacen su aparición. Para atravesar la barrera se diseñaron sistemas de transporte y liberación, así como los liposomas, nanopartículas lipídicas sólidas (SLN) o portadores lipídicos nanoestructurados (NLC). Todos funcionan como pequeños vehículos que encapsulan el activo, lo protegen y lo transportan hasta el interior de la piel (Elmowafy y Al-Sanea, 2021; Müller *et al.*, 2000).

Los *liposomas* fueron los primeros sistemas de transporte, son vesículas formadas de una o dos capas de fosfolípidos que rodean a un compuesto acuoso. Son pequeñas bolas de grasa capaces de almacenar compuestos solubles en agua en su interior, así como solubles en grasa en su membrana. Sin embargo, son demasiado *sensibles* a cambios de temperatura o a la exposición de luz, así que, si no se controla rigurosamente cualquier cambio en el ambiente, se vuelven muy *ineficientes* (Nsairat *et al.*, 2022).

Buscando resolver la inestabilidad, surgieron las SLN, que a temperatura ambiente tienen una estructura más rígida y ordenada. Prometían ser la solución, pero los científicos se dieron cuenta de que, con el paso del tiempo, los lípidos tienden a *reorganizarse* formando estructuras cada vez más *compactas* hasta expulsar el ingrediente activo de lo que se suponía era su lugar seguro. A eso se le conoce como “expulsión del activo”, y puede disminuir la eficacia de un producto (Hublikar *et al.*, 2025).

Debido a todas estas limitaciones, Rogelio Martínez y el equipo de RÖGMA están innovando en nuevos sistemas de liberación, los NLC. Utilizan lípidos sólidos e implementan también lípidos líquidos formando una *estructura amorfa*, haciéndola más flexible y evitando que se compacte. Esto permite que los activos queden encapsulados por más tiempo, que resisten más al ambiente y que se liberen de manera más controlada. Aquí fue donde partieron los años de pruebas en el laboratorio de RÖGMA Biotechnologies.

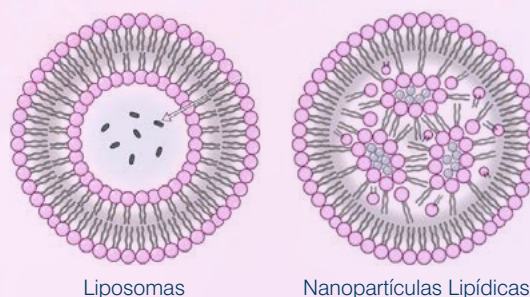


Figura 2. Estructura comparativa de liposomas y nanopartículas lipídicas.
Fuente: Fotografía cortesía de Rogelio Martínez Escareño (2026).

En teoría habían resuelto la inestabilidad, pero eso no significaba que pudiera hacerse en la práctica. Las primeras pruebas fracasaron. En el laboratorio, se dieron cuenta de que era necesario optimizar el tamaño de las nanopartículas hasta que alcanzaron los 50 y 150 *nanómetros*, tamaño que facilita su paso por el estrato córneo. Aquí, cada nanómetro puede cambiarlo todo... para ponerlo en perspectiva, un cabello humano tiene aproximadamente 60 mil nanómetros de espesor. Las nanopartículas de RÖGMA son entre 400 y 1,200 veces más pequeñas (Instituto Nacional del Cáncer, s. f.).

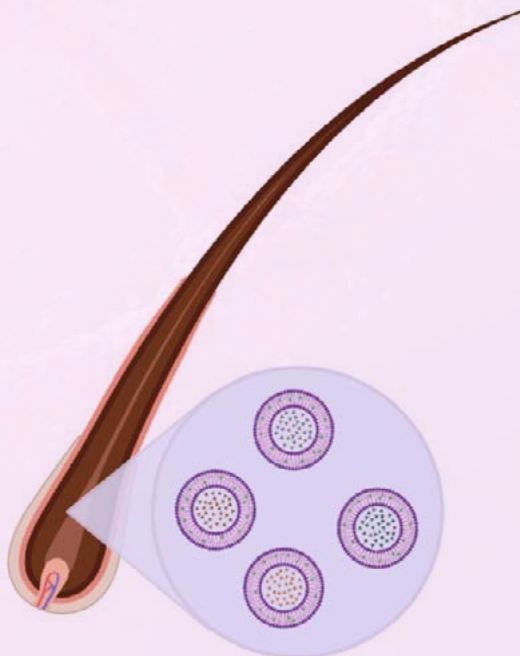


Figura 3. Comparación del tamaño de un cabello humano con las nanopartículas.

Fuente: Elaboración propia. Creada con <https://www.biorender.com/>

Mientras reducían los nanómetros, evaluaron diferentes formulaciones de ingredientes, pero Rogelio comenta que había días en los que la fórmula simplemente dejaba de funcionar, aun cuando no habían cambiado nada en ella. Combinaron lípidos hasta obtener una matriz amorfa lo suficientemente estable para encapsular distintos ingredientes activos sin que estos escaparan. El mayor reto fue encontrar *compatibilidad* entre moléculas tan diferentes como el ácido hialurónico y los lípidos de la membrana, y que pudieran mantener estable a toda la nanoestructura.

Una vez que obtuvieron una buena formulación, llegó el momento de ponerla en acción. ¿Y qué mejor que probarla con uno de los ingredientes más difíciles de estabilizar? La *vitamina C*, que se oxida fácilmente y es muy sensible a cualquier estímulo. Evaluaron su formulación encapsulando la vitamina en el sistema y sometiénola a cambios de temperatura, almacenamiento y exposición a la luz prolongados, y, mediante cambios de color,

observar si se daba una oxidación. Igualmente se comparó el sistema con los ya existentes en el mercado.

Los resultados eran claros. Los sistemas tradicionales perdían protección en poco tiempo, por otro lado, la nanoestructura de RÔGMA mantuvo al activo encapsulado durante un periodo considerablemente mayor al resto, demostrando una mayor estabilidad fisicoquímica. Se dieron cuenta de que encontraron una solución que podía llegar a la industria. Este gran descubrimiento dio origen a la patente “Formulación de Lípidos Nanoestructurados y Complejo Único Estructurado de Ácidos Hialurónicos para la Liberación Prolongada de Agentes Activos de Uso Cosmético y Dermatológico” de RÔGMA Biotechnologies.



Figura 4. Laboratorio de RÔGMA Biotechnologies.

Fuente: Fotografía cortesía de Rogelio Martínez Escareño (2026).

Para describir una tecnología bastante compleja, Rogelio explicó su patente de una manera muy particular, imaginó una *cupeta llena de globos con agua*. La cupeta representa un producto que se vende en la industria, una crema o un suero. El agua que quedó en la cupeta corresponde a la solución en la que se encuentran suspendidos millones de nanopartículas. Cada globo simboliza una nanopartícula con membrana lipídica que actúa como una barrera protectora y el agua en su interior representa el ingrediente activo atrapado.



Mientras que los globos no sean manipulados, se mantendrán intactos hasta que llegue un estímulo. Las nanopartículas funcionan similarmente, se mantienen estables hasta entrar en contacto con la piel, por ejemplo, con un suero para la caída del cabello, al aplicarlo y generar fricción sobre el cuero cabelludo recibe el estímulo necesario para atravesar la piel, liberarse y funcionar adecuadamente.

Sin embargo, un nuevo reto apareció cuando abandonó el laboratorio, un reto que las industrias casi nunca mencionan. Escalar la formulación de un producto desde *pequeñas pruebas* hasta reactores que producen *cientos de litros*. Según explica el equipo, pequeñas variaciones en la pureza de los insumos eran lo suficientemente importantes como para modificar el comportamiento de la tecnología, lo que llevó a estandarizar proveedores, automatizar procesos con ingeniería y a establecer controles fisicoquímicos más rigurosos para garantizar que cada lote conservara las mismas propiedades y que funcionara correctamente.

Si bien RÖGMA hoy en día es una empresa que usa esta tecnología específicamente en productos dermocosméticos, tiene muchas aplicaciones a futuro, por ejemplo, con medicamentos quimioterapéuticos o en la administración de antibióticos. Teniendo como ventaja, mayor estabilidad, permeabilidad y una liberación precisa, disminuyendo efectos secundarios sistémicos. Así que cada vez que pongamos un producto en nuestra piel, recordemos que detrás de cada gota, hay años de pruebas, formulaciones fallidas y de decisiones de ingeniería. Historias como el caso de RÖGMA nos demuestran que una buena idea no cambia al mundo por sí sola. La innovación en la ciencia no depende de descubrir algo nuevo, sino de la capacidad de escalarlo. Es ahí en donde la biotecnología y la ingeniería se unen para llevar un trabajo de laboratorio a la industria y que finalmente pueda, de alguna forma, cambiar la vida de las personas.

Referencias

- Elmowafy, M., y Al-Sanea, M. M. (2021). Nanostructured lipid carriers (NLCs) as drug delivery platform: Advances in formulation and delivery strategies. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 29(9), 999–1012. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319016421001420?via%3Dihub>
- Hublikar, L. V., Ganachari, S. V., Kollur, S. P., Osman, N. A., Ramesh, S., y Gurubasavaraj, P. M. (2025). Thermodynamic insights into nanoscale stability: temperature and entropy in action. *Journal of Molecular Liquids*, 442, 129075. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167732225022548?via%3Dihub>
- Instituto Nacional del Cáncer (s. f.). Nanómetro. *Diccionario de Cáncer del NCI*. <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/nanometro>
- Michalak, M., Pierzak, M., Kręcis, B., y Suliga, E. (2021). Bioactive Compounds for Skin Health: A Review. *Nutrients*, 13(1), 203. <https://www.mdpi.com/2072-6643/13/1/203>
- Mojumdar, E., Gooris, G., Groen, D., Barlow, D., Lawrence, M., Demé, B., y Bouwstra, J. (2016). Stratum corneum lipid matrix: Location of acyl ceramide and cholesterol in the unit cell of the long periodicity phase. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Biomembranes*, 1858(8), 1926–1934. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0005273616301493?via%3Dihub>
- Müller, R. H., Mäder, K., y Gohla, S. (2000). Solid lipid nanoparticles (SLN) for controlled drug delivery - a review of the state of the art. *European journal of pharmaceutics and biopharmaceutics. Official Journal of Arbeitsgemeinschaft für Pharmazeutische Verfahrenstechnik*, 50(1), 161–177. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0939641100000874?via%3Dihub>
- Murphrey, M. B., Miao, J. H., y Zito, P. M. (2022, 14 de noviembre). Histology, Stratum corneum. *StatPearls - NCBI Bookshelf*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513299/>
- Nsairat, H., Khater, D., Sayed, U., Odeh, F., Al Bawab, A., y Alshaer, W. (2022). Liposomes: structure, composition, types, and clinical applications. *Heliyon*, 8(5), e09394. [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(22\)00682-X?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS240584402200682X%3Fshowall%3Dtrue](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(22)00682-X?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS240584402200682X%3Fshowall%3Dtrue)
- RÖGMA Biotechnologies (s. f.). Alta tecnología para tu piel, innovación constante, investigación ardua. <https://rogmabiotech.com/pages/about-us>