

De tradición y nanofibras: cómo el arte textil mexicano inspira la ciencia del electrohilado para el desarrollo de textiles antimicrobianos

Lic. Andrea Mariana Olvera Vargas

Dra. Claramaría Rodríguez González

Dra. Beatriz Liliana España Sánchez*

Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica
lespana@cideteq.mx



Resumen

¿Imaginas un rebozo que conserve la memoria cultural de México y, al mismo tiempo, elimine bacterias? Este artículo revela cómo la tradición textil inspira nuevas tecnologías mediante el electrohilado, una técnica que permite fabricar fibras extremadamente delgadas —mucho más finas que un cabello humano— capaces de cumplir funciones especiales. Al integrar nanopartículas de dióxido de titanio, un material con propiedades antimicrobianas, estos tejidos pueden liberar sustancias beneficiosas o combatir microbios, convirtiéndose en herramientas para la salud y la protección. Así, ciencia y herencia se entrelazan para demostrar que los textiles del futuro no solo pueden abrigar y contar historias, sino también mejorar nuestra calidad de vida, abriendo paso a innovaciones que honran el pasado mientras generan soluciones para el presente y el bienestar colectivo.

Introducción

Piensa por un momento en ese suave suéter que esperas cada año utilizar en invierno, en la cobija que tejió tu madre al momento de tu nacimiento o en aquel rebozo lleno de flores coloridas con el que tu abuela te tapaba con tanto amor. Son hilos entrelazados que tienen un significado,

guardan historias, transmiten afectos y forman parte de nuestra identidad. Más allá de eso, las diferentes texturas de los hilos con los que son fabricados, su durabilidad y su función pueden dejar un impacto significativo en nuestra vida. Además de su valor cultural y simbólico, los tejidos también son un punto

de partida para el desarrollo de nuevas tecnologías capaces de explorar formas innovadoras de fabricación, con un enfoque de utilidad y significado de largo alcance.

El propósito de este artículo es explorar la fusión entre la tradición textil mexicana y la técnica moderna del electrohilado, y cómo esta combinación da lugar a nuevos textiles con propiedades antimicrobianas, abriendo un diálogo entre ciencia y cultura.



Figura 1. Representación esquemática de la fabricación de textiles en la cultura cotidiana.

Pero ¿qué pasaría si combinamos este legado artesanal con una de las tecnologías más avanzadas en el desarrollo de textiles funcionales? ¿Qué maravillas podríamos obtener? Esta es la pregunta que hoy muchos investigadores quieren responder.

Si bien son objetos, de acuerdo con lo reportado por Cruz [1], la cultura material y el tiempo son elementos necesarios que permiten comprender cómo es que estos textiles trascienden en la historia y en la vida cotidiana (Figura 1). Desde un punto de vista más específico, como lo es el industrial, la moda, lo gráfico o incluso lo científico, los textiles son una forma de comunicación que permite la conexión con

personas, con el fin de enviar mensajes visuales, experiencias y emociones.

¿Has oído hablar del electrohilado?

El electrohilado es una técnica de laboratorio ampliamente utilizada para el procesamiento de textiles, en la que es posible crear fibras tan delgadas como la tela de una araña, con diámetros que van desde los 50 nanómetros hasta los micrómetros. Esto significa que es posible fabricar fibras más delgadas que el tamaño de muchas bacterias y que, al ser enlazadas entre sí, permiten crear telas con diferentes características, desde el incremento de su área superficial hasta la presencia de aditivos en la tela que pueden mejorar su funcionalidad.

Este fenómeno se produce por efecto de la aplicación de energía eléctrica a una solución de polímero (la materia prima de las fibras) colocada dentro de una jeringa, donde, a través de una diferencia de potencial aplicada entre una aguja y una superficie con carga negativa, se cargan eléctricamente las cadenas poliméricas. Esto genera una fuerza electrostática que sobrepasa la tensión superficial, dando como resultado la formación de fibras delgadas, las cuales pueden ser recuperadas en una superficie denominada colector hasta formar una tela o membrana [2].

Principales componentes del electrohilado

Para que la formación de estas fibras sea posible, es importante tener en cuenta que existen elementos clave que conforman el sistema de electrohilado, entre los cuales destacan una bomba de inyección encargada de liberar la materia prima para la formación de fibras; una fuente de poder (generadora de voltaje) que va conectada a la aguja, encargada de generar la energía necesaria para cargar las moléculas poliméricas, y un colector, responsable de recolectar las fibras generadas. En la Figura 2 se presenta un esquema representativo con los principales componentes del sistema de electrohilado.

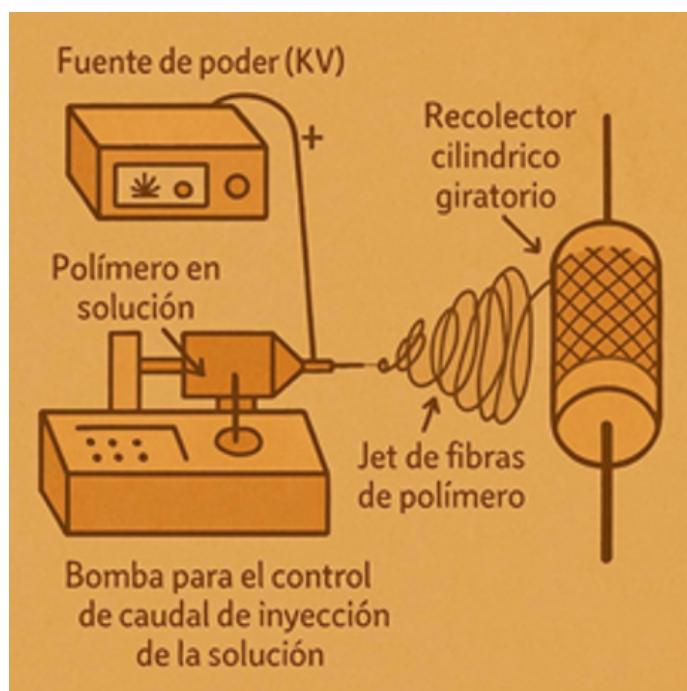


Figura 2. Esquema representativo de los principales componentes de un equipo de electrohilado.

Aunque el electrohilado es producto de la ciencia contemporánea, su esencia comparte un vínculo profundo con el arte textil tradicional: ambas prácticas transforman fibras en superficies con un significado y una utilidad. Así como los artesanos han tejido durante siglos para vestir, proteger y narrar historias, hoy la ciencia busca entrelazar la tecnología con la cultura para crear textiles que, además de cumplir funciones avanzadas, preserven y resignifiquen nuestra herencia, tal como lo han hecho las tradiciones textiles mexicanas a lo largo de siglos.

Fusión de la tradición ancestral y la innovación en el desarrollo de textiles

A pesar de los avances tecnológicos contemporáneos, vivimos en una época en la que, incluso entre círculos intelectuales, persiste la tendencia a desestimar las colecciones etnográficas, considerándolas objetos fácilmente reemplazables, ya que la cultura moderna ha impulsado una dinámica de constante innovación en el vestir diario, donde la tendencia de

“prendas de un solo uso” se ha vuelto algo cotidiano. Esta visión minimiza el profundo valor simbólico, cultural y tecnológico de los textiles que nuestros ancestros han fabricado y en los cuales persiste la originalidad cultural.

En este contexto, es fundamental reconocer la relevancia que el arte de tejer ha tenido históricamente, no solo como técnica utilitaria para vestir y proteger el cuerpo, sino como un sofisticado medio de comunicación y expresión. En las sociedades prehispánicas, los textiles constituyan un lenguaje visual cargado de significado, utilizado para narrar historias, transmitir vivencias y desempeñar un papel central en rituales, estructuras sociales y escenarios políticos [3]. Los vestigios textiles que han perdurado hasta nuestros días revelan una intención narrativa y simbólica detrás de cada diseño. Lejos de ser meros ornamentos, los patrones y figuras representaban tributos, identidades comunitarias y jerarquías sociales. Desde simples tejidos de algodón blanco hasta las elaboradas “mantas ricas” adornadas con complejos motivos iconográficos, cada textil era portador de un mensaje [1].

En este sentido, la comprensión del desarrollo de tejidos como portadores de información representa un área científica de oportunidad sorprendente, enfocada en la ciencia de los materiales. La creación de textiles funcionales mediante tecnologías innovadoras como el electrohilado permite, desde un enfoque moderno, incorporar diferentes características al tejido: desde la liberación controlada de fármacos y el uso de aditivos antimicrobianos, hasta la incorporación de elementos de detección de moléculas específicas, lo cual implica también una nueva forma de “escribir” mensajes en los materiales [4]–[6]. Así, la ciencia actual no solo encuentra inspiración en el pasado, sino que revaloriza el textil como una superficie cargada de significado, tanto cultural como funcional.

Del rebozo a la nanofibra antimicrobiana

En este contexto, es posible imaginar la creación de una nueva “manta rica”, no adornada con flores o relatos mitológicos como en tiempos prehispánicos, sino con compuestos invisibles al ojo humano, pero dotados de capacidades extraordinarias. Tal es el caso de las nanopartículas de dióxido de titanio (TiO_2), cuyas tres fases cristalinas (rutilo, anatasa y brookita) ofrecen propiedades antimicrobianas altamente específicas.

El dióxido de titanio (TiO_2) es un mineral que se encuentra de forma natural en tres fases cristalinas: la anatasa y el rutilo (ambas tetragonales) y la brookita (romboédrica). La brookita y la anatasa son fases metaestables, mientras que el rutilo es un material termodinámicamente muy estable y es la forma más común de TiO_2 que se encuentra en la naturaleza [7].

En las últimas décadas (Figura 3), el TiO_2 se ha convertido en uno de los materiales más estudiados, pues sus aplicaciones suelen clasificarse en cuatro grandes categorías según sus propiedades. Por ejemplo, sus características ópticas lo hacen ideal para protección contra radiación ultravioleta (UV), mientras que su capacidad fotocatalítica lo convierte en un material idóneo para la descomposición de contaminantes ambientales como el metanotiol (CH_3SH), un gas incoloro con olor a col podrida que se libera de aguas residuales y desechos sólidos. Además, se utiliza comúnmente para eliminar bacterias como *Escherichia coli* (*E. coli*), una bacteria Gram negativa ampliamente utilizada como organismo modelo y, en ciertas cepas, reconocida por su potencial patógeno en humanos, y para atacar células tumorales en tratamientos contra el cáncer [7].

Número de documentos por año relacionados con TiO_2 antibacterial

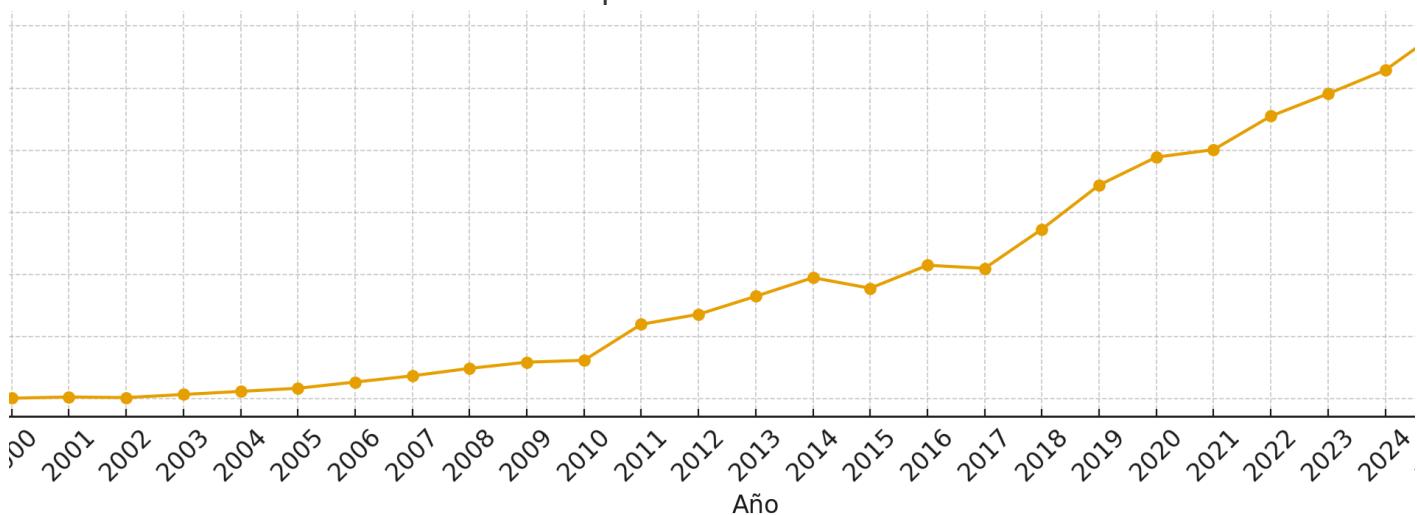


Figura 3. Número de documentos por año relacionados con la frase “ TiO_2 antibacterial”. Fuente: Scopus.

Estos resultados se explican mediante su mecanismo de reacción, basado en el fenómeno de fotoexcitación: al exponerse a luz ultravioleta o visible, el TiO_2 genera radicales libres, especies químicas inestables con uno o más electrones desapareados en su orbital externo, de vida corta y alta reactividad, capaces de reaccionar de manera inespecífica con componentes celulares como lípidos, proteínas y ácidos nucleicos [8], y especies reactivas de oxígeno (ROS,

por sus siglas en inglés), capaces de atacar y destruir las membranas celulares bacterianas, llevándolas a la muerte [9].

Sin embargo, tanto el uso del TiO_2 como la técnica de electrohilado presentan limitaciones. En el caso del TiO_2 , su actividad antimicrobiana depende de condiciones específicas de iluminación y de un control estricto del tamaño de partícula para evitar toxicidad en contacto prolongado con la piel. En

cuanto al electrohilado, la producción a gran escala requiere equipos especializados, control ambiental preciso y procesos de pos-tratamiento para asegurar la durabilidad de las propiedades funcionales en aplicaciones reales.

A pesar de estas limitaciones, su uso sigue siendo considerable, pues esta nueva generación de textiles funcionales se convierte en un medio contemporáneo de comunicación científica, en donde cada fibra porta no solo una función, sino una narrativa de innovación y protección, en sintonía con los principios que guiaron el arte textil ancestral (Figura 4).



Figura 4. Esquema representativo de las fases cristalinas del TiO₂ como agente antimicrobiano en textiles.

El electrohilado ofrece un puente que conecta el legado textil y las demandas tecnológicas actuales. No obstante, presenta retos que, si bien no impiden su producción, pueden dificultarla, como la escabilidad industrial, la estabilidad de los aditivos antimicrobianos y la resistencia mecánica del tejido obtenido. Aun así, las ventanas de oportunidad son enormes, desde textiles con aplicación antibacteriana hasta ropa deportiva [10].

Conclusiones

El tejido no solo es un arte, una artesanía o la herencia de nuestros antepasados, sino que es la unión de una gran variedad de disciplinas, capaz de conectar a las personas y sus historias. Así como el acto de tejer implica entregarse a otros y regalar el tiempo de creación a un ser amado, también es un medio de subsistencia, resiliencia, resistencia y empoderamiento.

La ciencia, a través de miles de nuevas tecnologías —no solo el electrohilado—, busca entrelazar los avances tecnológicos con tradiciones milenarias. Esto demuestra cómo se pueden transformar los textiles en herramientas multifuncionales que abren nuevas fronteras en la biomedicina y la sostenibilidad ambiental.

Al unir ciencia y tradición, somos capaces de imaginar un futuro donde lo mejor de ambos mundos se entrelaza para crear soluciones que no solo protegen, sino que también cuentan historias y preservan nuestra esencia cultural. Así que, la próxima vez que sostengas entre tus manos una prenda tejida, recuerda que, al igual que los hilos que la componen, ciencia y tradición pueden entrelazarse para forjar un futuro más resistente y conectado.

Referencias

- [1] A. M. Cruz, "El tejido del tiempo: El diseño en el textil prehispánico mexicano," *Papeles de Cultura Contemporánea* Hum736, vol. 23, pp. 133–146, 2021, doi: <https://doi.org/10.30827/pcc.vi23.21717>.
- [2] R. Castellanos-Espinoza, N. Arjona, y B. L. España-Sánchez, "Advances in electrospun nanostructured membranes for wastewater treatments: Challenges and opportunities," en *Environmental Science and Engineering*, Part F65, 2025, pp. 119–138, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-031-48150-5_7.
- [3] M. Xochiquétzal y R. García, "Tejer y resistir. Etnografías audiovisuales y narrativas textiles," *Universitas-XXI: Revista de Ciencias Sociales y Humanas*, no. 27, pp. 139–160, 2017, doi: <https://doi.org/10.17163/uni.n27.2017.6>.
- [4] Y. Z. Cortes, L. M. Valenzuela, E. A. E. Pena, y B. L. España-Sánchez, "Antibacterial activity of electrospun nanocomposites fabricated by *in situ* chitosan/silver nanoparticles," *IEEE Transactions on Nanobioscience*, vol. 21, no. 1, pp. 89–96, 2022, doi: <https://doi.org/10.1109/TNB.2021.3092287>.

Referencias

- [5] M. M. Hernández-Orozco et al., "Antibacterial and electrochemical evaluation of electrospun polyethersulfone/silver composites as highly persistent nanomaterials," *Polymer Composites*, vol. 44, no. 3, pp. 1711–1724, 2023, doi: <https://doi.org/10.1002/pc.27199>.
- [6] M. del C. Torres-Pedroza et al., "Multifunctional biological performance of electrospun PCL scaffolds formulated with silver sulfide nanoparticles," *Polymers*, vol. 17, no. 2, p. 230, 2025, doi: <https://doi.org/10.3390/polym17020230/s1>.
- [7] C. P. Betancur Henao, V. Hernández Montes, y R. Buitrago Sierra, "Nanopartículas para materiales antibacterianos y aplicaciones del dióxido de titanio," *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, vol. 35, no. 4, pp. 387–402, 2016. Disponible en: https://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03002016000400009&script=sci_arttext
- [8] J. R. Venereo Gutiérrez, "Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes," *Revista Cubana de Medicina Militar*, vol. 31, no. 2, pp. 126–133, 2002. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/mil/v31n2/mil09202.pdf>
- [9] G. Zhang et al., "Study on the photocatalytic and antibacterial properties of TiO₂ nanoparticles-coated cotton fabrics," *Materials*, vol. 12, no. 12, p. 2010, 2019, doi: <https://doi.org/10.3390/ma12122010>.
- [10] R. Gulati, S. Sharma, y R. K., "Antimicrobial textile: recent developments and functional perspective," *Polymer Bulletin*, vol. 79, no. 8, pp. 5747–5771, 2022, doi: <https://doi.org/10.1007/s00289-021-03826-3>.

