



CIENCIAS APLICADAS

Ciencia Vital, Vol. 4, No. 3, julio-septiembre 2026

10.20983/cienciavital.2026.03.apl.01

e0403APL01

CIENCIA VITAL

Revista de Divulgación Científica de la UACJ
ISSN: 2693-9944

Materiales orgánicos para una electrónica sostenible: aplicaciones en dispositivos vestibles

José Antonio Ávila Niño¹

¹ Centro de Tecnología Avanzada
<https://orcid.org/0000-0002-8451-8354>. avilanino84@gmail.com



ENTREVISTAS



SALUD MENTAL



UACJ
POR EL MUNDO

RESUMEN

La creciente demanda tecnológica ha impulsado la búsqueda de materiales más sostenibles que puedan complementar o sustituir al silicio y otros materiales utilizados en la electrónica convencional. Entre las alternativas más prometedoras se encuentran los polímeros semiconductores, materiales orgánicos capaces de conducir electricidad bajo determinadas condiciones y que pueden procesarse mediante técnicas de impresión con menor consumo de energía. Su flexibilidad permite fabricar dispositivos ligeros y adaptables a superficies como ropa o piel, abriendo nuevas posibilidades para la electrónica vestible (*wearable*). En este artículo se explican las principales características y ventajas de estos materiales, así como sus aplicaciones en pantallas OLED, celdas solares, transistores y sensores. Destaca su potencial para desarrollar dispositivos capaces de monitorear en tiempo real variables relacionadas con la salud, como los niveles de electrolitos o glucosa. Aunque todavía existen retos tecnológicos, los materiales orgánicos representan una alternativa prometedora para avanzar hacia una electrónica más flexible, accesible y sostenible.

Introducción

Vivimos en una paradoja: por un lado, estamos rodeados de tecnología, como teléfonos inteligentes y vehículos eléctricos; por otro, utilizamos elementos electrónicos que no son considerados “verdes”, es decir, cuyo proceso de fabricación es muy costoso, requiere condiciones muy específicas y, además, genera residuos que pueden ser perjudiciales para el medio ambiente.

La electrónica que conocemos tiene su base en el silicio, el cual se encuentra principalmente en forma de sílice y silicatos en piedras y rocas. Para fabricar las obleas electrónicas, que son láminas delgadas de material semiconductor sobre las que se construyen los circuitos electrónicos, se requiere infraestructura muy avanzada, altas temperaturas y grandes cantidades de energía eléctrica.

Por estos motivos, muchos grupos de investigación están buscando alternativas al silicio tradicional para fabricar componentes electrónicos. Entre ellas se encuentran los llamados materiales orgánicos, denominados así porque uno de sus principales elementos es el carbono, el segundo elemento más abundante en los seres vivos después del oxígeno y el componente estructural más importante de las moléculas orgánicas. Por el contrario, elementos como el silicio o el germanio, de amplio uso en la electrónica convencional, son considerados materiales inorgánicos.

Para ello, se han sintetizado en el laboratorio materiales denominados polímeros, que son moléculas muy grandes compuestas por unidades químicas repetitivas llamadas monómeros. Existen polímeros naturales, como el caucho, las proteínas o el ADN, pero también sintéticos, es decir, fabricados con fines específicos, como el nailon, el PET y el poliéster, que ya forman parte de nuestra vida cotidiana.

Los polímeros sintéticos conducen electricidad

Se ha comprobado que algunos polímeros sintéticos pueden conducir electricidad cuando presentan en su estructura química una propiedad llamada conjugación π , que consiste en la presencia alternada de enlaces simples y dobles entre átomos de carbono, y son dopados correctamente. Este dopaje consiste en agregar o remover electrones mediante reacciones químicas, por lo que estos polímeros quedan “cargados”. Cuando esas cargas reciben el estímulo de un voltaje externo, pueden desplazarse a través de las cadenas del polímero y generar una corriente eléctrica.



ENTREVISTAS



SALUD MENTAL



UACJ
POR EL MUNDO

Una de sus ventajas ambientales más importantes es que pueden depositarse mediante técnicas aditivas, en las cuales solo se utiliza el material necesario para formar el dispositivo. Esto contrasta con técnicas sustractivas como la litografía, ampliamente utilizada en la fabricación de dispositivos electrónicos inorgánicos, que emplea procesos para formar y retirar selectivamente capas de material y puede generar residuos potencialmente perjudiciales para el medio ambiente.

Otra de las ventajas de los materiales orgánicos, y tal vez la principal, es que pueden depositarse mediante técnicas de impresión que trabajan a temperaturas relativamente bajas y consumen menos energía eléctrica, lo que puede reducir los costos de los procesos de fabricación. Además, estos materiales pueden ser flexibles y depositarse sobre una gran variedad de sustratos o superficies, como papel, plástico e incluso textiles o piel. Esto abre posibilidades para el desarrollo de nuevos dispositivos denominados *wearables* o dispositivos vestibles.

Estos dispositivos electrónicos pueden ser portados por las personas sin limitar significativamente su movilidad, gracias a la flexibilidad de los materiales orgánicos. Entre ellos se encuentran relojes, pulseras, prendas e incluso parches para la piel que podrían utilizarse, por ejemplo, para monitorear signos vitales en tiempo real, detectar desequilibrios de electrolitos o medir cambios en los niveles de glucosa, entre muchas otras aplicaciones difíciles de desarrollar con dispositivos electrónicos rígidos.

Dentro de los polímeros fabricados en laboratorio también se han sintetizado polímeros semiconductores, es decir, materiales cuya conductividad eléctrica puede modificarse mediante diferentes estímulos y que presentan algunas propiedades similares a las de los semiconductores convencionales, como el silicio (Figura 1).

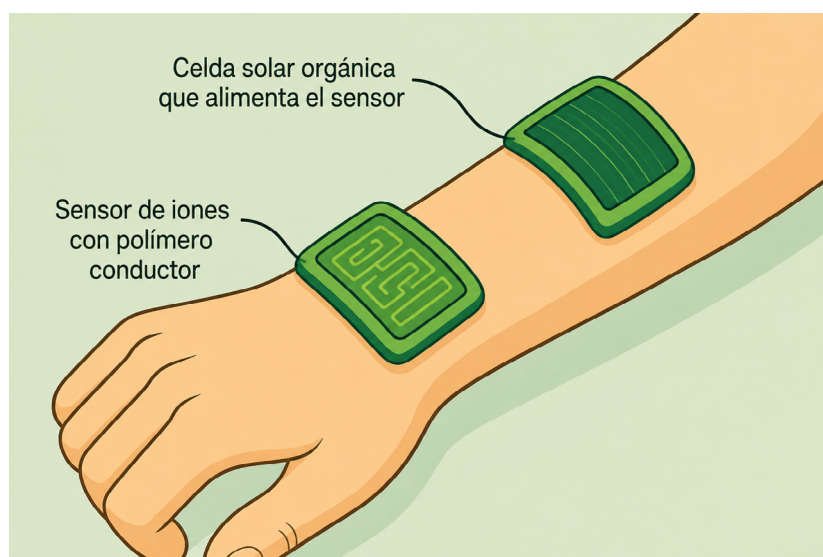


Figura 1. Ejemplo de un dispositivo vestible basado en materiales orgánicos: un sensor de iones con polímero conductor integrado con una celda solar orgánica para su alimentación.

Los materiales semiconductores constituyen la base de la electrónica, por lo que actualmente se trabaja en diferentes partes del mundo para fabricar componentes electrónicos mediante materiales orgánicos, entre ellos los polímeros sintéticos.

Aplicaciones de estos polímeros sintéticos

Entre los dispositivos electrónicos que utilizan materiales orgánicos se encuentran las pantallas OLED (*organic light-emitting diode* o diodo orgánico emisor de luz) [1]. Esta tecnología ya se comercializa ampliamente y ofrece ventajas como la posibilidad de fabricar pantallas ligeras,



ENTREVISTAS



SALUD MENTAL



UACJ
POR EL MUNDO

delgadas y flexibles. Además, los materiales orgánicos permiten desarrollar pantallas curvas e integrarlas en superficies no rígidas.

También se han fabricado celdas solares orgánicas para captar energía solar, transistores y, particularmente, sensores que, al ser flexibles, pueden interactuar directamente con fluidos corporales. Estos dispositivos podrían utilizarse para monitorear diferentes indicadores relacionados con la salud y contribuir a la detección temprana de algunas alteraciones.

Uno de los desarrollos recientes son los llamados transistores electroquímicos orgánicos [2], dispositivos que utilizan polímeros semiconductores y pueden funcionar como una interfaz entre los componentes iónicos —como el sodio, el potasio o el calcio presentes en los fluidos corporales— y las propiedades electrónicas del polímero semiconductor. Estos transistores están siendo estudiados como sensores iónicos para detectar desequilibrios de electrolitos en el sudor o la sangre y representan una tecnología prometedora para el monitoreo de la salud en tiempo real.

Además, al integrar enzimas o materiales catalíticos, estos dispositivos pueden utilizarse para detectar biomoléculas y otros compuestos, como glucosa, ácido láctico u organofosfatos [3]–[5]. La glucosa es una molécula fundamental para el metabolismo y sus niveles en la sangre son especialmente importantes para el diagnóstico y control de la diabetes. Por su parte, el ácido láctico o lactato puede utilizarse como indicador del esfuerzo físico, la fatiga muscular y determinados procesos metabólicos [4]. Finalmente, la detección de organofosfatos, compuestos utilizados en diversos plaguicidas, puede ayudar a identificar residuos de estas sustancias en alimentos o agua [3].

A pesar de toda la investigación realizada, aún queda mucho por hacer, ya que estos materiales orgánicos presentan limitaciones frente a materiales inorgánicos como el silicio. Una de ellas es que muchos polímeros semiconductores presentan regiones con menor orden estructural, lo que puede dificultar el movimiento de las cargas eléctricas y reducir su desempeño. En comparación, los semiconductores inorgánicos cristalinos poseen estructuras atómicas altamente ordenadas que favorecen el transporte de las cargas. Por ello, aplicaciones que requieren operar a frecuencias muy altas, como los microprocesadores de alto desempeño, siguen representando un desafío para la electrónica orgánica.

Conclusiones

Los avances en materiales orgánicos y polímeros semiconductores descritos en este artículo han consolidado una novedosa línea de investigación para la fabricación de componentes electrónicos y representan una alternativa a los sistemas tradicionales basados en silicio y otros materiales inorgánicos rígidos. Su procesamiento a temperaturas relativamente bajas, la posibilidad de utilizar técnicas de impresión, su flexibilidad y, en algunos casos, su biocompatibilidad permiten desarrollar nuevos tipos de dispositivos y explorar procesos de fabricación con menor consumo de recursos.

En el futuro, el reto será ampliar la fabricación de estos materiales a escala industrial, mejorar su estabilidad y promover estrategias adecuadas de reciclaje y manejo de residuos electrónicos, para que una electrónica más sostenible deje de ser una excepción y pueda convertirse en una alternativa cada vez más viable para la industria tecnológica.

Referencias

[1] G. Hong, X. Gan, C. Leonhardt, Z. Zhang, J. Seibert, J. M. Busch y S. Bräse, “A brief history of OLEDs—Emitter development and industry milestones,” *Advanced Materials*, vol. 33, no. 9, art. no. 2005630, 2021, doi: <https://doi.org/10.1002/adma.202005630>.

[2] J. A. Avila-Niño, E. Araujo y F. Gonzalez, “Study of the doping of PEDOT:PSS films and the reversibility in organic electrochemical transistors,” *Synthetic Metals*, vol. 299, art. no.



ENTREVISTAS



SALUD MENTAL



UACJ
POR EL MUNDO

- 117465, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.synthmet.2023.117465>.
- [3] B. M. Hryniewicz, E. S. Orth y M. Vidotti, “Enzymeless PEDOT-based electrochemical sensor for the detection of nitrophenols and organophosphates,” *Sensors and Actuators B: Chemical*, vol. 257, pp. 570–578, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.snb.2017.10.162>.
- [4] I. Gualandi, M. Tessarolo, F. Mariani, D. Arcangeli, L. Possanzini, D. Tonelli *et al.*, “Layered double hydroxide-modified organic electrochemical transistor for glucose and lactate biosensing,” *Sensors*, vol. 20, no. 12, art. no. 3453, 2020, doi: <https://doi.org/10.3390/s20123453>.
- [5] K. Meng, J. Zhu, T. Zhang, X. Zhang, Y. Zhang, X. Chen *et al.*, “Nanostructure-gated organic electrochemical transistors for accurate glucose monitoring in dynamic biological pH conditions,” *Biosensors and Bioelectronics*, art. no. 117677, 2025, doi: <https://doi.org/10.1016/j.bios.2025.117677>.



ENTREVISTAS



SALUD MENTAL



UACJ
POR EL MUNDO