



## EL MICRO SENSOR: UN DIAGNÓSTICO SIN DOLOR.

J. A. Villegas Gasca

Departamento de Química, División de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Guanajuato, Colonia Noria Alta S/N, C. P. 36050, Guanajuato, Gto., México [vigaja@quijote.ugto.mx](mailto:vigaja@quijote.ugto.mx)

### RESUMEN:

Las personas con diabetes tipo I deben pinchar los dedos varias veces al día para sondear su nivel de la glucosa en la sangre. Aunque el dolor es menor, esta tarea rutinaria suele interferir con la vida diaria del paciente. Las consecuencias más problemáticas de la diabetes de una persona del rango fisiológico normal, se da en la “excursión” de la glucosa después de las comidas. Si se es capaz de detectar y prevenir estas excursiones, es muy posible alargar la reducción de los efectos devastadores de esta enfermedad. Cabe mencionar, que la mayoría de los sensores existentes de detección continua de la glucosa trabajan a través de una inyección de una enzima llamada glucosa oxidasa, que se desglosa en glucosa. Un electrodo colocado en la piel interactúa con un subproducto de la reacción que es el peróxido de hidrógeno, y permite alcanzar niveles de glucosa que son medidos indirectamente. Sin embargo, ninguno de los sensores ha sido aprobado para su uso más de siete días. El objetivo inmediato es generar sensores de glucosa que sustituyan al pinchazo, que sea fácil de usar, y de lectura más precisa.

**Palabras clave:** Diabetes, Medición de Glucosa, Sensores de glucosa

### ABSTRACT

In order to verify the Glucose levels, Diabetic People of type I, Must take a finger blood sample various times a day. Although the pain is neglected, is a bothersome disturbance to daily activities. The most problematic variability on glucose levels is after meals, the instrument must be able to detect such variations for the prevention of further troubled side effects caused by the sickness. Existing sensors for continuous glucose detection are based by the injection of an enzyme, which reaction yields to glucose. An electrode on the skin reacts with the byproduct a peroxide, getting a continuous measure of the glucose levels, nevertheless no one sensor last up to 7 days. The main objective to further research is to substitute the sensors based on drop bleeding by pin hole for other means more useful, precise and easy to measure.

**Keywords:** Diabetics, Glucose measurement, Glucose sensors



## 1. INTRODUCCIÓN

Como se menciona en el resumen, las personas con diabetes tipo I deben pinchar los dedos varias veces al día para sondear su nivel de la glucosa en la sangre: "Este tipo de diabéticos nunca escapan a esto", señalan los especialistas médicos. Por otra parte, algunas otras personas llegan a rendirle tributo a la glucosa a través del "tatuaje" (Figura 1) [1].

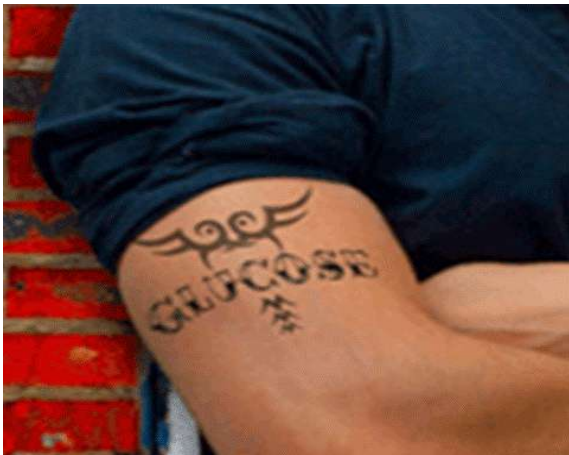


Figura 1. En la imagen una persona presumiendo un tatuaje dedicado a la glucosa.

Por otra parte, [Pablo Barone y el profesor Michael Strano](#) del Departamento

## 2. HACIA UNA NUEVA GENERACIÓN DE BIOSENSORES:

[Barone et al del MIT](#) han desarrollado un sistema de detección que consiste en un "tatuaje" de nano-partículas (micro sensores) diseñadas para detectar la glucosa, estas son inyectadas debajo de la piel. Es un dispositivo similar a un reloj de pulsera que se coloca sobre el tatuaje, que muestra los niveles de glucosa del paciente, esto es, proporciona una detección continua

de Ingeniería Química del Instituto Tecnológico de Massachusetts en los Estados Unidos de Norteamérica, han estado trabajando en un nuevo tipo de monitor (sensor) de glucosa en la sangre que no sólo podría eliminar la necesidad de pinchazos en los dedos, sino también ofrecen lecturas más precisas. "La diabetes es un problema enorme, de alcance mundial, y a pesar de décadas de avances de la biotecnología, nuestra capacidad para medir con precisión la glucosa en el cuerpo humano sigue siendo bastante primitivas", dice el profesor Strano, quién es Profesor Asociado de Ingeniería Química en la misma institución, agregando: "Es una cuestión de vida o muerte para un número creciente de personas." Qué tal si le comento que la persona que aparece con el "tatuaje" en la figura es una persona diabética del tipo I. Seguramente esto le sorprenderá y preguntara: ¿Cómo es posible que una persona diabética le dedica tal tributo a algo que lo puede llevar a la muerte?

de la glucosa. La Figura 2 muestra un micro sensor cuyo tamaño es del orden de 100 nanómetros o 0.0000001 metros, esto es, son dispositivos que entran dentro de la llamada Nanotecnología [2]. Un estudio demostró que el monitoreo continuo de diabéticos adultos les proporciona un mejor control de sus niveles de glucosa en la sangre.

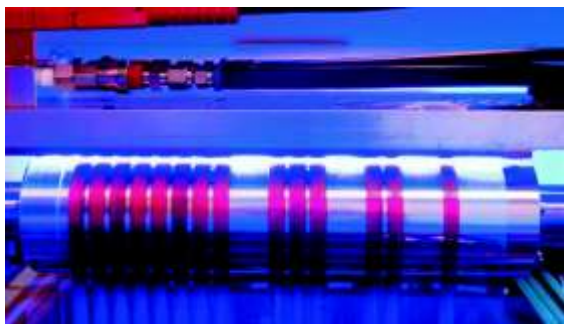


Figura 2. Fotografía de un micro sensor

La nueva generación de sensores está basada en nanotubos de carbono (diminutas partículas de carbono con tamaño entre 1 y 100 nanómetros) envueltos en un polímero (matriz) que es sensible a las concentraciones de glucosa, a estos sistemas se les llama Nano-composites, que es una mezcla compleja de dos o más componentes que trae como consecuencia un material de muy alta tecnología. Realmente estos microsistemas son verdaderas maquinitas de pequeños nanotubos, como se muestra en la Figura 3 [3]. Cuando este sensor se encuentra con la glucosa, los nanotubos emiten una luz, que puede ser detectada. Esta luz puede ser cuantificada y es proporcional a la concentración de glucosa: Eso es realmente una maravilla de la nanotecnología. Los investigadores planean crear una "tinta" de estas nano-partículas suspendidas en una solución salina, que pudiera ser inyectado bajo la piel como un "tatuaje". El "tatuaje" podría durar un

### 3. UN SENSOR DE CATEGORÍA: EL COMPOSITE POLIDIMETIL-SILOXANO-POLIANILINA:

En la División de Ciencias Naturales y Exactas (DCNyE) de la Universidad de Guanajuato, se tiene un particular interés por

período determinado de tiempo, probablemente de seis meses, antes de tener que ser renovado. Para obtener las lecturas de glucosa, el paciente podría usar un monitor que brilla con luz del infrarrojo el "tatuaje" y detecta la fluorescencia o "cantidad de luz": ¡Increíble! pero el "tatuaje" es el que le puede "alargar" la vida del diabético de la Figura 1. Usted se preguntara ¿dónde puedo adquirir tan fabuloso detector? Bueno, espero que no le decepcione la respuesta, pero todavía están a varios años los ensayos en humanos, pero pronto se van empezar los ensayos en animales. Lo que si le asegura es que esto no es ciencia ficción [4].

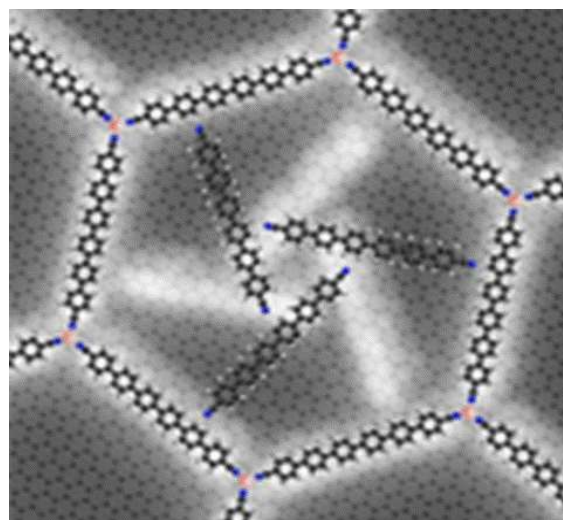


Figura 3. Maquinita constituidos de nanotubos.

el estudio de los polímeros inorgánicos. De estos, los que más han llamado la atención por sus propiedades inusuales, son los llamados polisiloxanos, y de estos el polidimetilsiloxano (PDMS); del cual todavía, en la actualidad, se le siguen



encontrando nuevas y muy interesantes aplicaciones [5,6]. Por ejemplo, dentro de los llamados Materiales Inteligentes, esto es, aquellos que responden ante una señal externa como puede ser un cambio en el la acidez, ante una señal eléctrica o ante una deformación de tipo mecánica. Recientemente el autor realizó una estancia sabática en el Departamento de Investigación en Polímeros y Materiales de la Universidad de Sonora en Hermosillo (UNISON). Uno de los proyectos en los que se participó fue sobre el diseño de Composite PDMS-polianilina. La polianilina, que ha sido ampliamente estudiada por el grupo de la UNISON, es un polímero conductor relativamente fácil de sintetizar pero muy difícil de tratar debido a que prácticamente es insoluble [7]. Por otro lado, nuestro grupo de Química y

#### 4. CONCLUSIONES

Los biosensores resultan ser una de las contribuciones más relevantes de la nanotecnología. Un biosensor es un material inteligente que responde a cierta señal externa; su respuesta va encaminada a alertar al portador de un evento que puede poner en riesgo su vida como puede ser: Un “pico” alto de glucosa, inicio de un infarto cerebral o cardiaco. Los composites son excelentes

Tecnología del Silicio de la DCNyE de la UG tiene una basta experiencia en el estudio del PDMS. El grupo de la UNISON ya ha desarrollado unos primeros composite, a los cuales les han hecho estudios de conductividad y de respuesta mecánica. En la DCNyE actualmente se está estudiando la matriz del poli-dimetil-siloxano entrecruzándola con irradiación Gamma. Para ellos se enviaron muestras al Instituto de Ciencias Nucleares para su irradiación, para posteriormente hacer la caracterización del material y su aplicación como matriz del composite PDMS-Polianilina. El objetivo es llegar a generar un biosensor de excelente calidad, que respondiendo ante cierta señal pueda mandar información, que traducida, pueda indicar del inicio o evolución de un evento fisiológico, como por ejemplo, de un infarto cardiaco.

candidatos para funcionar como biosensores, sobre todo aquellos que están constituidos de una matriz polimérica, como puede ser un polisiloxano, y un elemento que sea buen conductor como puede ser la anilina, la cual polimeriza in situ en la matriz del composite y pasa ser un buen conductor ante una señal externa. Esta conducción es traducida en una señal de alerta.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. **J. A. Villegas**, Biosensores: Periódico Correo, 24/enero/2011
2. **J. Robles**, Nanotecnología y Nanociencia en el siglo XXI: Periódico Correo, 10/junio/2009.
3. **Lu W., Weng J., Wu D., Wu C., and Chen G.**, Mater. Manuf. Proc. 21, 167 (2006)



4. **T. C. Merkel, B. D. Freeman, R. J. Spontak, Z. He, L. Pinnau, P. Meakin, and A. J. Hill**, Science 296, 519 (2002).
5. **G. Kraus**, Reinforcement of Elastomers (Wiley, New York), 1965.
6. S. Wolff and M. J. Wang, Carbon Black: Science and Technology, 2nd ed. Dekker, New York, 1993.
7. **R. Kostić, D. Raković, I. E. Davidova, and L. A. Grivob**, Vibrational Spectroscopy of the Leucoemeraldine form of Polyaniline: Theoretical Study, Phys. Rev. B 45, 2 (1992).
8. **Paul Barone et al**; <http://cbi.mit.edu/research-overview/bioman/bioman-resources/>
9. **Yum, Kyungsuk; Ahn, J-H; McNicholas, TP; et al.** 2012. Boronic Acid Library for Selective, Reversible Near-Infrared Fluorescence Quenching of Surfactant Suspended Single-Walled Carbon Nanotubes in Response to Glucose. ACS Nano, 6(1): 819-830.