

Desarrollo de Diferentes Detectores Empleando Fibra Óptica
Modificada con Nanopartículas y Materiales Compuestos.

Tesis

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

*Doctor en Ciencia y Tecnología
en la Especialidad de Ingeniería Ambiental*

PRESENTA

M. en C. José Alberto García Melo



Santiago de Querétaro, Qro., México, Junio del 2016.



**Este trabajo fue realizado en el Centro de
Investigación y Desarrollo Tecnológico en
Electroquímica (CIDETEQ), bajo la dirección
de:**

Dra. Erika Bustos Bustos



CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Dra. Erika Bustos Bustos,
Subdirectora de Posgrado,
PICYT – CIDETEQ Querétaro.
Presente.

Los abajo firmantes, miembros del Jurado de Examen de Grado del alumno **M. en C. José Alberto García Melo**, una vez leída y revisada la Tesis “**Desarrollo de Diferentes Detectores Empleando Fibra Óptica Modificada con Nanopartículas y Materiales Compuestos**”, aceptamos que la referida tesis revisada y corregida sea presentada por el alumno para aspirar al grado de Doctor en Ciencia y Tecnología en la opción terminal de **Ingeniería Ambiental** durante el Examen de Grado correspondiente.

Y para que así conste firmó la presente el 14 del mes de junio del año dos mil dieciséis.

David Monzón Hdez.-

Dr. David Monzón Hernández
Presidente

Donato Luna Moreno

Dr. Donato Luna Moreno
Secretario

Luis Arturo Godínez Mora-Tovar

Dr. Luis Arturo Godínez Mora-Tovar
Vocal

Julietta Torres González

Dra. Julieta Torres González
Vocal

José de Jesús Pérez Bueno

Dr. José de Jesús Pérez Bueno
Vocal

A mis hijas Nahomi y Laila

- ✚ A mis compañeros y amigos Diana, Irma, Ruslan, Maribel, Chuy, Blanca, Flor, Gerry, Banda, Dayli, Alma, Rosy, Moni, Gus, Oswi y los que olvide por los buenos momentos, los malos y todas esas platicas festejos, risas y demás que compartimos.
- ✚ A la Dra. Julieta, el Dr. David Monzon y el Dr. David Moreno, por su amistad, comprensión y todos los consejos.
- ✚ Al Dr. Peter Scharek y a Cataline por su hospitalidad durante la estancia en Hungría.
- ✚ A mis profesores.
- ✚ A la Dra. Erika, por su paciencia, por sus regaños y su apoyo total a la realización de cada parte de este trabajo.
- ✚ A mis padres, sin ellos no estaría donde estoy. A mis Hermanos (Enid, Rosa, Marisol y Fernando), porque siempre están ahí para apoyarme en todo.
- ✚ A mi esposa Noemy, por apoyarme y acompañarme en cada momento durante todo este tiempo.
- ✚ A mis niñas lindas y hermosas, Nahomi Fernanda y Laila Gizelle, que llegaron a darle sentido a nuestras vidas.
- ✚ A todos los que no cupieron o no pude poner por cuestiones de espacio o que de plano ni me acorde de poner, muchas gracias.
- ✚ A la Virgencita de Guadalupe, por todo.

Resumen

Cada día nuestra atmosfera, las fuentes de agua y el suelo están siendo contaminados con compuestos antropogénicos a niveles alarmantes. Afortunadamente ha crecido la conciencia ambiental, especialmente en los últimos años, esto se ve reflejado en la implementación de nuevas leyes, reglamentos y otros instrumentos legales para el control y reducción de la contaminación, así como programas para apoyar el desarrollo de nuevas tecnologías para la detección, control y prevención de la contaminación.

Una de las principales acciones en cuanto a la protección y prevención de la contaminación es el monitoreo del medio ambiente, lo que ayudaría a proteger a las personas y al medio ambiente de contaminantes y patógenos que son liberados en los diferentes medios: suelo, agua y aire. Los principales contaminantes del suelo y el agua pueden ser clasificados como microbiológicos, radioactivos, inorgánicos, sintéticos y compuestos orgánicos volátiles (COV).

Es por esto que la ciencia y la tecnología necesita proveer métodos de detección, análisis, monitoreo continuo y en tiempo real, y mejor aún, proveer una tecnología que pueda ser usada en campo, ya sea censando *in situ* o vía remota, así como la transmisión de estos datos, pero con la misma confiabilidad que los instrumentos de laboratorio.

De esta manera, en el presente documento se presenta el desarrollo de diferentes detectores empleando fibra óptica modificada con nanopartículas y materiales compuestos, como:

(1) Detector de cambios de índice de refracción mediante el empleo de una fibra óptica heteronúcleo y adelgazada modificadas con nanopartículas de oro, las cuales pueden ser funcionalizadas para la detección de compuestos de interés biológico, químico, médico o ambiental.

(2) Detector de cambios de pH entre 1 a 9, el cual fue construido mediante la modificación de una fibra óptica heteronúcleo con un composito a base de una emulsión acrílica polimérica y azul de Prusia.

(3) Detector con una fibra óptica heteronúcleo y adelgazada para la cuantificación de algunos compuestos orgánicos volátiles, como la acetona, cloroformo, diclorometano, entre otros, en función del índice de refracción del compuesto orgánico volátil, lo que permite la diferenciación entre uno u otro compuesto.

(4) Detector para el monitoreo de hidrocarburos volátiles generados durante el proceso de electroremediación de un suelo contaminado con hidrocarburos construido a base de una fibra óptica heteronúcleo modificada con una emulsión acrílica polimérica y azul de Prusia.

(5) Detector portátil de compuestos orgánicos volátiles a nivel laboratorio a base de una fibra óptica heteronúcleo modificada con una emulsión acrílica polimérica y azul de Prusia.