



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Fabricación y funcionalización de microreactores fotocatalíticos impresos en 3D para la degradación de compuestos farmacéuticos en aguas residuales

Descripción general (resumen y metodología):

El aumento de contaminantes emergentes, entre ellos los compuestos farmacéuticos presentes en aguas residuales e industriales, constituye un reto significativo para la salud humana y el medio ambiente. Muchos de estos compuestos no se eliminan completamente mediante los tratamientos convencionales, por lo que es necesario desarrollar tecnologías avanzadas, eficaces y sostenibles que permitan su degradación y, en la medida lo posible, su mineralización [1].

En este contexto, la fotocatálisis heterogénea se presenta como una alternativa prometedora, ya que aprovecha la energía luminosa para activar materiales semiconductores capaces de generar especies reactivas de oxígeno responsables de la oxidación de los contaminantes [2]. La eficiencia de estos procesos depende de factores como la estructura electrónica del fotocatalizador, su capacidad de absorción de luz, la separación de las cargas fotoinducidas y el contacto entre el contaminante y la superficie activa.

No obstante, la aplicación práctica de los fotocatalizadores en forma de polvo presenta importantes limitaciones, especialmente en la recuperación y reutilización tras el tratamiento del agua. La necesidad de etapas adicionales de separación, como filtración o centrifugación, incrementa los costes del proceso y dificulta su escalado [3]. Por este motivo, la inmovilización de los fotocatalizadores sobre soportes estructurados representa una estrategia de gran interés para avanzar hacia sistemas de tratamiento más prácticos y reutilizables. Los microreactores constituyen una buena alternativa atractiva frente a los reactores discontinuos convencionales, ya que presentan canales de pequeño tamaño que favorecen el transporte de masa y calor, reducen las pérdidas de irradiación y permiten un mejor control de las condiciones de operación [4]. En estos dispositivos, la fase activa puede depositarse sobre las paredes internas de los canales, evitando la necesidad de recuperar el catalizador al finalizar la reacción y facilitando su uso en sistemas continuos o con recirculación.

En paralelo, la impresión 3D se ha consolidado como una herramienta versátil para la fabricación de dispositivos con geometrías complejas, reproducibles y de bajo coste. Esta tecnología permite diseñar microreactores con dimensiones y configuraciones de canal controladas, empleando materiales poliméricos como ácido poliláctico (PLA), policarbonato (PC), u otros polímeros compatibles con las condiciones de irradiación y operación [5].

En este proyecto se propone el diseño, la fabricación y evaluación de microreactores fotocatalíticos impresos en 3D con diferentes geometrías internas de canal. El objetivo es optimizar su rendimiento en la degradación de compuestos farmacéuticos modelo en medio acuoso, analizando la influencia de

la geometría del reactor, la concentración inicial del contaminante y la velocidad de recirculación del flujo.

Tipología: Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

Objetivos planteados:

Objetivo general

Fabricar y funcionalizar microreactores fotocatalíticos mediante impresión 3D para su aplicación en la degradación de compuestos farmacéuticos presentes en agua bajo, irradiación visible.

Objetivos específicos

- Fabricar microreactores mediante impresión en 3D a partir de diseños previamente establecidos, empleando polímeros adecuados para sus aplicaciones en sistemas irradiados.
- Adicionar y funcionalizar la superficie interna de los microreactores, para favorecer la incorporación de las fases activas.
- Evaluar la eficiencia fotocatalítica de los microreactores funcionalizados en la degradación de compuestos farmacéuticos modelo en medio acuoso.
- Estudiar la influencia de variables experimentales seleccionadas sobre el rendimiento fotocatalítico del sistema.
- Relacionar las características generales del microreactor funcionalizado con su comportamiento en procesos de fotodegradación.

Bibliografía básica:

Bibliografía

- [1] G. R. Quadra, H. Oliveira de Souza, R. dos S. Costa, and M. A. dos S. Fernandez, "Do pharmaceuticals reach and affect the aquatic ecosystems in Brazil? A critical review of current studies in a developing country," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 24, no. 2, pp. 1200-1218, 2017, doi: 10.1007/s11356-016-7789-4.
- [2] F. Zhang et al., "Recent advances and applications of semiconductor photocatalytic technology," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 9, no. 12, 2019, doi: 10.3390/app9122489.
- [3] J. Bockenstedt, N. A. Vidwans, T. Gentry, and S. Vaddiraju, "Catalyst recovery, regeneration and reuse during large-scale disinfection of water using photocatalysis," *Water (Switzerland)*, vol. 13, no. 19, 2021, doi: 10.3390/w13192623.
- [4] Z. Gao, C. Pan, C. Choi, and C. Chang, "SS symmetry Treatment of Aqueous Contaminants, Simplicity, and," 2021.
- [5] J. M. Aguirre-Cortés, A. I. Moral-Rodríguez, E. Bailón-García, A. Davó-Quiñonero, A. F. Pérez-Cadenas, and F. Carrasco-Marín, "3D printing in photocatalysis: Methods and capabilities for the improved performance," *Appl. Mater. Today*, vol. 32, no. November 2022, 2023, doi: 10.1016/j.apmt.2023.101831.

- [1] G. R. Quadra, H. Oliveira de Souza, R. dos S. Costa, and M. A. dos S. Fernandez, "Do pharmaceuticals reach and affect the aquatic ecosystems in Brazil? A critical review of current studies in a developing country," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 24, no. 2, pp. 1200-1218, 2017, doi: 10.1007/s11356-016-7789-4.
- [2] F. Zhang et al., "Recent advances and applications of semiconductor photocatalytic technology," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 9, no. 12, 2019, doi: 10.3390/app9122489.
- [3] J. Bockenstedt, N. A. Vidwans, T. Gentry, and S. Vaddiraju, "Catalyst recovery, regeneration and reuse during large-scale disinfection of water using photocatalysis," *Water (Switzerland)*, vol. 13,

no. 19, 2021, doi: 10.3390/w13192623.

- [4] Z. Gao, C. Pan, C. Choi, and C. Chang, "SS symmetry Treatment of Aqueous Contaminants, Simplicity, and," 2021.
- [5] J. M. Aguirre-Cortés, A. I. Moral-Rodríguez, E. Bailón-García, A. Davó-Quñonero, A. F. Pérez-Cadenas, and F. Carrasco-Marín, "3D printing in photocatalysis: Methods and capabilities for the improved performance," Appl. Mater. Today, vol. 32, no. November 2022, 2023, doi: 10.1016/j.apmt.2023.101831.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: ESTHER BAILÓN GARCÍA

Ámbito de conocimiento/Departamento: QUÍMICA INORGÁNICA

Correo electrónico: estherbg@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos: ADRIANA ISABEL MORAL RODRÍGUEZ

Ámbito de conocimiento/Departamento: QUÍMICA INORGÁNICA

Correo electrónico: amoral@ugr.es

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos:

Correo electrónico: