

PLA DE RECERCA

Nom: Laura Huidobro Rodríguez

Data: 24/05/2023

Director/s: Dra. Elvira Gómez Valentín, Dr. Albert Serrà i Ramos

Tutor (si s'escau): Dra. Elvira Gómez Valentín

Línia de recerca: 101343 Preparació i caracterització de nous materials

Títol de la Tesi: Desarrollo de nanoestructuras híbridas eficientes para descontaminación de aguas.

El projecte ha de constar de les següents parts:

1. Introducció: interès del projecte
2. Objectius
3. Pla de treball i cronograma.
4. Bibliografia

Màxim 1300 paraules (sense comptar la bibliografia)

1. Introducción

Más de la mitad de la población mundial se ve afectada por la escasez de agua, y una de cada tres personas no tiene acceso al agua potable¹, tema sumamente preocupante, que probablemente empeore debido al calentamiento global y a las actividades antropogénicas indiscriminadas. Para mejorar la actual crisis de contaminación y escasez de agua, se requiere con urgencia la protección y recuperación de los ecosistemas acuáticos, y la implementación de tecnologías eficientes de tratamiento de aguas. La fotocatálisis² es uno de los enfoques más ecológicos, económicos e interesantes porque la luz solar se puede utilizar como fuente de energía renovable, abundante y limpia. Aunque los materiales semiconductores nanoestructurados, como TiO_2 y ZnO , son candidatos ideales para el tratamiento del agua debido a su baja toxicidad y capacidad multitarea (fotoactiva, antimicrobiana), no permiten hacer propuestas realistas debido a que su actividad fotocatalítica está limitada debido a su elevado bandgap y su alta fotocorrosión.

La mejora de la relación superficie/volumen de materiales micro y nanoestructurados es una característica explotada en química ambiental. Recientemente, se ha demostrado la alta efectividad de las arquitecturas biomiméticas³ para lograr objetivos específicos de fotocatalizadores. Por lo tanto, el desarrollo de nuevos dispositivos biomiméticos fotocatalíticos es uno de los enfoques más prometedores para la remediación del agua. En consecuencia, los fotocatalizadores deben cumplir dos requisitos: (i) expandir su respuesta hacia el dominio del visible; y (ii) desarrollar arquitecturas/configuraciones que permitan la máxima absorción de la luz solar, tengan la máxima superficie accesible para los contaminantes y posean baja recombinación electrón-hueco.

El proyecto se enfoca en la síntesis de plataformas micro/nanorobóticas multifuncionales mediante electrodeposición de diferentes materiales, con el fin de crear plataformas para el tratamiento de aguas que se alinean con las estrategias de la UE y las Naciones Unidas para una sociedad más sostenible (ODS 3, 6, y 14).

2. Objetivos

El objetivo de este proyecto se centra en la preparación electroquímica de plataformas micro/nanorobóticas bioinspiradas multifuncionales, sintetizando materiales a partir de formulaciones ecológicas y procurando el uso de materiales biocompatibles o biodegradables. El proyecto pretende desarrollar nuevos sistemas que incorporen funciones (p.ej. fotorespuesta) que mejoren su uso potencial en tecnologías fotocatalíticas de tratamiento de agua. Por lo tanto, el principal objetivo es combinar características para lograr estructuras más competentes que las desarrolladas hasta la fecha. Se propone mejorar sus propiedades fotocatalíticas, combinando y potenciando las propiedades inherentes de los materiales que integran la nanoplataforma y su funcionalización.

La primera parte de este proyecto consistirá en diseñar caminos de fabricación para lograr plataformas multifuncionales. Se propone la preparación de micro/nanoestructuras compuestas por perovskita fase Aurivillius⁴ (Bi₂O₂)(A_{n-1}B_nO_{3n+1}) como material base, con estructura, composición, morfología y porosidad controladas. Un estudio electroquímico básico, será la primera etapa, a fin de establecer la influencia de cada una de las especies incorporadas en la disolución electroactiva, y adquirir el conocimiento necesario sobre el comportamiento general del proceso de electrodeposición.

Definido el proceso de preparación, los esfuerzos se centrarán en optimizar las condiciones de electrodeposición complementado con técnicas de caracterización. Todo ello irá acompañado del estudio cinético de degradación de los contaminantes, que proporcionará el feedback necesario para la evaluación del material, un estudio del comportamiento (características fotocatalíticas), para verificar que se cumplen los requerimientos para la aplicación (máximo dominio visible, mínima recombinación electrón-hueco, estabilidad, baja toxicidad, capacidad multitarea...), junto con un estudio de fotocorrosión.

Posteriormente, se propone la preparación de diferentes nanoestructuras (nanohilos, láminas, barcodes...), que, en su caso, se prepararán mediante el uso de plantillas rígidas (hard-templates) o blandas (soft-templates), que definirán la forma y tamaño de la nanoestructura. En la etapa final, se combinará con otros materiales para mejorar la capacidad de interacción con contaminantes y actividad fotocatalítica en procesos de descontaminación de aguas.

La tecnología propuesta es innovadora dada su contribución al desarrollo de estructuras multifuncionales avanzadas, útiles para aplicaciones de catálisis heterogénea pero que también pueden encontrar usos en otras áreas como por ejemplo en biomedicina para su uso para suministro específico de fármacos.

3. Plan de trabajo y cronograma

El enfoque de investigación formativa se ha organizado en 7 paquetes de trabajo que se centran en el análisis de estudios previos (WP1), desarrollo científico (WP2 - WP6) y comunicación científica (WP7):

WP1: Estado del arte. Búsqueda, selección y análisis continuado de la literatura.

WP2: Selección de materiales y estrategias de síntesis y caracterización del material.

T2.1. Selección de materiales. En base a la bibliografía previamente analizada, de entre los diferentes materiales, la cerámica tipo Aurivillius ha sido escogida como material base.

T2.2. Electrodeposición de depósitos. Evaluación de la influencia de cada uno de los parámetros en el proceso de electrodeposición: (i) parámetros fisicoquímicos: composición, precursores, temperatura... (ii) Parámetros electroquímicos: potencial aplicado, corriente, señal pulsada/continua, eficiencia...

T2.3. Caracterización. Los materiales electrodepositados se caracterizarán mediante: (i) técnicas electroquímicas como voltametría cíclica, cronoamperometría, impedancia...; (ii) técnicas para la evaluación de la morfología (SEM, TEM), estructura (XRD) y composición (EDX, XPS) y (iii) técnicas específicas para determinar las propiedades necesarias según la aplicación del material (propiedades ópticas, estabilidad, toxicidad, resistencia a la corrosión...).

T2.4. Caracterización de la actividad fotocatalítica del material. Analizar el dominio visible y la recombinación electrón-hueco. Evaluación y optimización de otros requisitos de ecomateriales para la remediación de aguas: estabilidad, capacidad multitarea.

WP3: Preparación electroquímica de plataformas micro/nanoestructuradas.

T3.1. Síntesis de plataformas micro/nanoestructuradas utilizando plantillas. Se utilizarán plantillas duras (hard-template) y blandas (soft-templates) para la preparación de nanoestructuras (nanohilos, barcodes...). Caracterización de las nanoestructuras de acuerdo a las propiedades de interés.

T3.2. Síntesis de plataformas micro/nanoestructuradas híbridas. Una vez preparadas las plataformas nanoestructuradas, se considerará su funcionalización a fin de potenciar su efectividad y estabilidad a fin de conseguir plataformas híbridas más eficaces o multifuncionales. Caracterización de las nanoestructuras híbridas de acuerdo a las propiedades de interés.

WP4: Aplicación de los materiales preparados en remediación de aguas.

T4.1. Análisis del comportamiento de las plataformas bajo estímulos externos (radiación, campo magnético...), y optimización enfocada a la aplicación en remediación de aguas: (i) mejora de la capacidad de absorción de la luz solar y la relación superficie/volumen, (ii) mejora de la respuesta en el dominio visible.

T4.2. Estudio cinético de la degradación y mineralización de contaminantes (fotocatálisis).

WP5: Difusión de resultados.

T5.1. Participación en congresos y conferencias.

T5.2. Publicaciones (artículos, capítulos de libros, etc.)

T5.3. Redacción de la tesis.

	1 ^{er} año			2 ^o año			3 ^{er} año		
WP1: Estado del Arte	X	X		X	X		X		X
WP2: Selección de materiales y estrategias de síntesis y caracterización									
- T2.1. Selección de materiales y estrategia de síntesis.	X	X		X			X		
- T2.2. Electrodeposición de depósitos.		X	X	X	X		X	X	
- T2.3. Caracterización.		X	X	X	X	X		X	X
- T2.4. Caracterización de la actividad fotocatalítica.				X	X		X	X	X
WP3: Preparación de plataformas micro/nano-estructuradas.									
- T3.1. Síntesis de plataformas micro/nanoestructuradas utilizando plantillas.				X	X	X	X	X	
- T3.2. Síntesis de plataformas micro/nanoestructuradas híbridas.							X	X	X
WP4: Aplicación de los materiales en remediación de aguas.									
- T4.1. Análisis del comportamiento bajo estímulos externos				X	X		X	X	
- T4.2. Estudio cinético de la degradación y mineralización de contaminantes.				X	X		X	X	X
WP5: Difusión de resultados									
- T5.1. Participación en congresos y conferencias.		X			X			X	X
- T5.2. Publicaciones.				X			X		X
- T5.3. Redacción de la tesis.		X	X			X	X	X	X

4. Bibliografía

- [1] United Nations Children's Fund (UNICEF) and World Health Organization (2019). Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017. Special focus on inequalities.
- [2] Serrà, A. (2022). Smart Photocatalysts in Water Remediation. Photocatalysts and Eelectrocatalysts in Water Remediation (eds Bhunia, P., Dutta, K., y Vadivel, S.).
- [3] Serrà, A., García-Torres, J. Electrochemistry : A basic and powerful tool for micro- and nanomotor fabrication and characterization. Applied Materials Today 22 (2021) 100939.
- [4] Gómez, E., Cestaro, R., Philippe, L., y Serrà, A. Electrodeposition of nanostructured Bi₂MoO₆@Bi₂MoO_{6-x} homojunction films for the enhanced visible-light-driven photocatalytic degradation. Applied Catalysis B : Environmental 317 (2022) 121703.

Signatura:

Doctorand/a Laura Huidobro Rodríguez 70916799W