

Resumen

Esta tesis doctoral explora la síntesis, caracterización y aplicaciones multifuncionales de nanomateriales de óxido metálico basados en nanotubos de TiO_2 (NT) decorados con Cu_2O y NiCuO_x . La investigación, realizada conjuntamente cotutela entre el Laboratorio Fotovoltaico (CRTEn, Túnez) y la Universitat Politècnica de València (España), tiene como objetivo diseñar nanoestructuras de heterojunción capaces de abordar dos grandes retos: la remediación ambiental mediante fotocátalisis y la protección de superficies para implantes biomédicos.

Los nanotubos de TiO_2 se sintetizaron mediante anodización electroquímica, obteniendo estructuras bien ordenadas y de gran área superficial. Posteriormente, se funcionalizaron con óxidos de cobre y níquel mediante dos técnicas de deposición: SILAR (Adsorción y Reacción de Capas Iónicas Sucesivas) para Cu_2O y electrodeposición para NiCuO_x . Una caracterización exhaustiva —mediante SEM, TEM, XRD, espectroscopía UV-Vis, fotoluminiscencia, pruebas tribológicas y electroquímicas— confirmó la formación exitosa de heterouniones con morfología, estructura cristalina y propiedades ópticas ajustables.

Los experimentos fotocatalíticos demostraron mejoras notables en la actividad. La heteroestructura $\text{Cu}_2\text{O}-\text{CuO}/\text{TiO}_2$ (optimizada a 15 ciclos SILAR) mostró un rendimiento superior a la luz UV para la degradación del colorante negro de amido, atribuido a una eficiente transferencia de carga en la unión p-n. El compuesto $\text{NiCuO}_x/\text{TiO}_2$ (optimizado a 4 ciclos de deposición) extendió la fotoactividad al espectro visible, logrando una degradación efectiva del bisfenol A, un contaminante persistente. Esta mejora se debe a una mayor absorción de luz y una menor recombinación electrón-hueco.

En contextos biomédicos, los recubrimientos $\text{Cu}_2\text{O}/\text{TiO}_2$ mostraron una mejor adhesión, resistencia al desgaste y protección contra la corrosión en fluidos corporales simulados. Los análisis de polarización de Tafel confirmaron un mayor potencial de corrosión y una menor densidad de corriente, asociados a la formación de una capa pasiva estable que limita la penetración iónica, lo que hace que estos recubrimientos sean prometedores para implantes ortopédicos y dentales.

En general, la tesis demuestra que la ingeniería de heterojunción es una estrategia eficiente para fusionar funcionalidades fotocatalíticas y protectoras en un mismo sistema material. Los nanocompuestos optimizados presentan propiedades ópticas, mecánicas y electroquímicas equilibradas. Las perspectivas futuras incluyen la exploración de óxidos no nobles alternativos, la evaluación de la estabilidad a largo plazo, la realización de estudios de biocompatibilidad in vivo y la expansión de las aplicaciones a la conversión de energía solar y la producción de hidrógeno.