

**Título de la tesis:** Novel applications of Optical Diffraction Tomography: On-chip Microscopy and Invisibility Cloaks Detection

**Autor:** Francisco Javier Díaz Fernández

**Supervisores:** Javier Martí Sendra, Carlos García Meca

## RESUMEN

LA TOMOGRAFÍA POR DIFRACCIÓN surge para mejorar las técnicas de imagen al considerar la naturaleza ondulatoria de la luz. Mientras que los primeros sistemas de imagen médica se basaban únicamente en fuentes sin difracción, este enfoque consigue mejorar la reconstrucción del índice de refracción de los objetos, lo que permite, por ejemplo, el estudio de estructuras subcelulares. Del mismo modo, la demanda de redes de telecomunicaciones cada vez más rápidas y seguras ha propiciado la aparición de la fotónica. Hace dos décadas, la combinación de estos dos campos dio lugar a los primeros sistemas de tomografía por difracción óptica (ODT), los cuáles han evolucionado rápidamente durante este siglo. En esta tesis, presentamos dos nuevas aplicaciones de la ODT. La primera está relacionada con el concepto del microscopio tomográfico de fase (TPM), una versión de la ODT que permite el estudio de células aisladas, con muchas aplicaciones biomédicas, como el diagnóstico y pronóstico del cáncer. Sin embargo, los sistemas TPM actuales son caros, pesados y complejos. Para resolver estos problemas, proponemos el concepto de TPM en chip. Con este fin, diseñamos una hoja de ruta hacia el primer dispositivo tomográfico integrado en el marco de la tecnología *lab-on-a-chip* (LoC), y desarrollamos los primeros pasos para ello: 1) Hasta ahora, sólo se han utilizado detectores planos para obtener los mapas de índice de refracción de los objetos estudiados en TPM, basados en la detección del campo difractado hacia delante. Sin embargo, los principios físicos fundamentales indican que medir también el campo difractado hacia detrás debería mejorar la resolución de las imágenes. Además, un detector plano no es la configuración óptima para el TPM en chip. En esta línea, hemos explorado la posibilidad de usar detectores circulares en este escenario, como una técnica más adecuada para las configuraciones en chip, demostrando al mismo tiempo que este enfoque proporciona una mejor resolución que el lineal. 2) Proponemos un esquema de TPM en chip basado en el uso de nanoantenas dieléctricas como fuente de luz y píxeles detectores ODT, y caracterizamos experimentalmente su comportamiento mediante microscopía óptica de campo cercano. En cuanto a la segunda aplicación, estudiamos el potencial de la ODT como nuevo paradigma en la detección de capas de invisibilidad realistas, una de las aplicaciones más importantes de los metamateriales. Hasta ahora, el *scattering cross section* (SCS) se ha utilizado como modelo de referencia para diseñar y observar la eficacia de estos dispositivos para ocultar objetos. En nuestro estudio, demostramos que la ODT puede detectar las capas de invisibilidad prácticas con una sensibilidad superior a la que ofrece el SCS, incluso a las frecuencias de trabajo óptimas. Además, es posible obtener una imagen representativa del tamaño y la forma de la capa, revelando claramente su existencia. Finalmente, se discuten las conclusiones extraídas de los resultados obtenidos. Además, se detallan las futuras líneas de trabajo para abordar los retos que no se han completado en esta tesis doctoral.