

Resumen

La necesidad de confinar y manipular micro-objetos tiene aplicaciones en múltiples áreas de la ciencia y tecnología. Actualmente, existen diversas técnicas para lograr este objetivo, y una de las más destacadas es el uso de las llamadas pinzas ópticas, que se han convertido en una herramienta ampliamente utilizada en laboratorios de todo el mundo.

Este trabajo de investigación se centra en el fascinante campo del atrapamiento y manipulación de micro-objetos, con un enfoque destacado en la combinación de elementos ópticos difractivos y la técnica de pinzas ópticas. Esta combinación permite un aumento de la versatilidad de los sistemas experimentales de pinzas ópticas. Los avances presentados en esta Tesis tienen aplicaciones en una amplia gama de campos, desde la nanotecnología hasta la biología celular.

Como lentes difractivas implementadas en los sistemas de pinzas ópticas, se introducen las lentes difractivas Kinoform basadas en la secuencia aperiódica m-Bonacci. Estas lentes permiten atrapar múltiples partículas simultáneamente y manipularlas tridimensionalmente en dos planos focales diferentes, lo que amplía significativamente las posibilidades de investigación y desarrollo en diversas disciplinas.

Además, se aborda la generación de múltiples trampas ópticas mediante lentes Kinoform cuadrifocales basadas en otra secuencia aperiódica conocida como Silver Mean, permitiendo atrapar partículas en cuatro planos focales de manera simultánea. Este avance mejora significativamente la versatilidad de los sistemas de pinzas ópticas.

Adicionalmente el uso de vórtices multiplexados en un sistema de pinzas ópticas, permite atrapar de manera independiente múltiples partículas y transferir momento angular. Estos avances abren nuevas posibilidades en la construcción de micromotores y aplicaciones de microensamblaje.

Un efecto asociado a las trampas ópticas es la generación de microburbujas, en la actualidad estas se han convertido en objeto de estudio debido a la facilidad de generación y a sus posibles aplicaciones como agentes de transporte de partículas o micro-objetos. Aprovechando este efecto en esta Tesis se implementa una técnica de atrapamiento que emplea fuerzas termoforéticas en la captura y manipulación de microburbujas en líquidos. Esto constituye otro avance importante en el campo del atrapamiento tridimensional.

Por último, se desarrolla un laboratorio virtual utilizando COMSOL Multiphysics para simular el atrapamiento acústico, lo que permite a los estudiantes interactuar con el sistema y comprender mejor este fenómeno. Este enfoque educativo proporciona herramientas valiosas para la comprensión y análisis de la manipulación de partículas, lo que beneficia a los estudiantes de pre-grado y grado interesados en este campo.

En conjunto, todos estos avances representan contribuciones significativas en el campo del atrapamiento y manipulación de partículas, en particular a través de las pinzas ópticas, promoviendo el progreso tecnológico y científico en diversas disciplinas y brindando oportunidades educativas para futuras generaciones de investigadores y científicos.

A lo largo del desarrollo de esta Tesis, se han creado nuevos elementos difractivos que superan ciertas limitaciones y aumentan las capacidades de las pinzas ópticas, abriendo nuevas perspectivas de aplicación para tecnologías preexistentes.