



## GENERACIÓN Y CARACTERIZACIÓN EXPERIMENTAL DE HACES VECTORIALES MATHIEU-GAUSS HELICOIDALES

Edgar Medina-Segura<sup>1</sup> y Carmelo Rosales-Guzmán<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones en Óptica, A. C.. edgarmedinas@cio.mx

Los haces vectoriales representan el estado más general de la luz, y en éste, los grados de libertad espacial y de polarización se encuentran entrelazados<sup>1</sup>. Además, aunque la polarización se encuentra limitada a un espacio bidimensional, el grado de libertad espacial forma parte de un espacio infinito, por lo que el conjunto de haces vectoriales también es infinito<sup>2</sup>. Sin embargo, a pesar de la infinidad de posibilidades para codificar el grado de libertad espacial, la mayoría de los estudios solo han considerado haces con geometría cilíndrica circular, como los haces Laguerre-Gauss<sup>3</sup> y los Bessel-Gauss<sup>4</sup>, esto debido en gran medida a la dificultad técnica para generarlos en el laboratorio. Afortunadamente, hoy en día contamos con dispositivos digitales controlados mediante la computadora para poder generar haces con geometrías espaciales más exóticas; ejemplos de estos dispositivos son los moduladores espaciales de luz (SLM por sus siglas en inglés) y los dispositivos digitales de microespejos (DMD). En este trabajo, demostramos un nuevo montaje experimental basado en un SLM y un arreglo interferométrico del tipo Sagnac, altamente estable, para generar haces vectoriales Mathieu-Gauss helicoidales. Los haces generados fueron caracterizados utilizando polarimetría de Stokes, la cual nos permitió reconstruir su patrón transversal de polarización. Esta reconstrucción nos permitió corroborar que en efecto dichos haces presentan un patrón de polarización inhomogéneo. Así mismo, mediante técnicas que tienen su origen en la mecánica cuántica<sup>5</sup>, se midió experimentalmente el grado de *entrelazamiento clásico* que existe entre los grados de libertad espacial y de polarización de los haces en cuestión, que en el contexto de los haces vectoriales nos dice que tan *vectorial* es un haz. Finalmente, utilizamos una representación geométrica de los diferentes estados de polarización mediante una esfera de Poincaré de orden superior. Es importante resaltar que el arreglo experimental implementado demostró ser lo suficientemente general y versátil para generar y caracterizar haces vectoriales Mathieu-Gauss helicoidales y controlar de manera digital cada uno de sus parámetros. Además, el mismo arreglo puede ser utilizado para generar otro tipo de haces vectoriales, como por ejemplo Ince-Gauss<sup>6</sup>, Parabólicos<sup>7</sup>, etc.

<sup>1</sup>J. Opt. 23, 034004 (2021).

<sup>2</sup>J. Opt. 20, 123001 (2018).

<sup>3</sup>Adv. Opt. Photon. 1, 1-57 (2009).

<sup>4</sup>Opt. Lett. 38, 3429-3432 (2013).

<sup>5</sup>Adv. Opt. Photon. 11, 67-134 (2019).

<sup>6</sup>Appl. Phys. Lett. 116, 221105 (2020).

<sup>7</sup>Photon. Res. 9, 439-445 (2021).