Entregado el *Premio Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales a la Obra Integral de un Científico* al Don Román Castañeda Sepúlveda

El profesor Román Castañeda Sepúlveda es físico de la Universidad de Antioquia, Magíster de la misma universidad y tiene un doctorado en ciencias naturales de la Technische Universität Berlin. Es profesor de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín desde 1982.

Desde que terminó su doctorado, en 1986, ha concentrado su investigación en el estudio de la teoría y aplicaciones de la coherencia espacial y la polarización de los campos ópticos y electromagnéticos, campo en el cual tiene numerosas publicaciones en las más importantes revistas internacionales.

La formulación original del tratamiento de estos fenómenos fue desarrollada en la década de 1950 por Emil Wolf y se denomina “Teoría de coherencia espacial y polarización de segundo orden”. En esta teoría se representan los campos escalares en términos de la densidad espectral cruzada, cuya propagación en el espacio es descrita por una integral de difracción bilineal. Esta formulación de Wolf supuso un avance importante en el estudio de estos fenómenos ópticos sumamente riguroso y matemáticamente elegante que, sin embargo, presentó importantes limitaciones. Por ejemplo, el grado complejo de coherencia espacial definido por Wolf no es invariante bajo rotaciones, ni considera todas las correlaciones entre componentes de campo eléctrico necesarias para describir apropiadamente la propagación tanto de la coherencia espacial como de la polarización; además, no es posible acceder a soportes individuales de coherencia espacial. Por otra parte, el aparato matemático es tan complejo, que sólo resulta práctico en aplicaciones compatibles con la aproximación paraxial en el dominio de Fraunhofer-Fresnel.

La importancia de estas limitaciones creció significativamente en la última década, debido al desarrollo de:

I. fuentes y detectores de luz con diversas especificaciones ópticas,
II. aplicaciones en las escalas micro y nano-métricas y
III. campos de acción en otras disciplinas, particularmente de las áreas biomédicas y de materiales.

Estos desarrollos han conducido a herramientas tales como la microscopía holográfica digital, la producción de haces de luz de geometría controlada para fotolitografía y pinzas ópticas, el mejoramiento de la calidad de imágenes

mediante modulación de coherencia espacial y la tomografía de baja coherencia, por citar sólo algunos ejemplos. En consecuencia, superar las limitaciones mencionadas ha sido una necesidad y un reto para los investigadores del área durante este lapso.

El Profesor Castañeda ha realizado aportes muy valiosos, los cuales conforman en la actualidad una teoría original sobre coherencia espacial y polarización, que supera los límites de la “Teoría de coherencia espacial y polarización de segundo orden” formulada por Wolf.

Así, en el marco de las “Representaciones de Espacio-Fase” de los campos ópticos, el profesor Castañeda introdujo los conceptos de soporte estructurado de coherencia espacial y de onditas de coherencia espacial, que permiten describir los campos ópticos escalares, en un plano específico, en términos de dos capas separadas de fuentes puntuales, llamadas la capa radiante y la capa virtual [12].

Esta estrategia separa los emisores elementales de la energía radiante del campo óptico, pertenecientes a la capa radiante, de aquellos que emiten la energía moduladora, y se distribuyen en la capa virtual, de modo que el comportamiento completo del campo óptico puede describirse en términos de una simple adición de contribuciones de dichas capas de emisores elementales.

Es oportuno anotar que:
La energía radiante es una cantidad real, independiente del estado de coherencia espacial del campo, que toma sólo valores positivos y puede ser medida por detectores convencionales de módulo cuadrado.
• En contraste, la energía moduladora, concepto introducido por el Prof. Castañeda, es una cantidad real, íntimamente relacionada con el estado de coherencia espacial del campo, que puede tomar valores positivos y negativos, lo que impide que pueda ser registrada individualmente por detectores de módulo cuadrado. Sin embargo, su presencia se manifiesta en los sistemas de franjas que caracterizan a los patrones de difracción e interferencia de la luz, los cuales resultan al sumar sus valores positivos y negativos a los de la energía radiante en cada punto del plano de observación.

• Esta descripción de los fenómenos de interferencia y difracción difiere claramente de la convencional, basada en la superposición de frentes de onda complejos.

Estos trabajos han sido presentados por el profesor Castañeda en 75 publicaciones en revistas indexadas internacionalmente, de las cuales 36

aparecen en el Science Citation Index y han sido citadas 248 veces en los últimos diez años, lo cual da muestra de una intensa actividad científica de calidad y visibilidad internacionalmente reconocidas. La mayoría de estos trabajos han sido publicados en coautoría con los estudiantes lo cual muestra que, además de su trabajo científico, el profesor Castañeda desarrolla una importante labor de formación de científicos jóvenes.

(Tomado textualmente del Concepto del Jurado Calificador)