

CONVERSATORIO CON EL PROFESOR ROMÁN CASTAÑEDA SEPÚLVEDA

A CONVERSATION WITH PROFESSOR ROMÁN CASTAÑEDA SEPÚLVEDA

VICTOR IGNACIO LÓPEZ RÍOS^a, JUAN CARLOS CORREA MORALES^b

Recibido 30-01-2015, aceptado 27-02-2015, versión final 15-03-2015.

Artículo Invitado

RESUMEN: El profesor Castañeda es una de las figuras más relevantes en Física, tanto a nivel regional como nacional. Es un honor para la facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín tenerlo entre la planta de sus docentes. Es un profesor que se ha distinguido como investigador de primera línea en óptica donde ha integrado un grupo de colaboradores en esta área, siendo reconocido como uno de los grupos de investigación más consolidados a nivel nacional, lo cual se refleja en el gran número de publicaciones tanto nacionales como internacionales. También se destaca su espíritu colaborador en labores de índole administrativa tanto en la Facultad de Ciencias como en la Sede, donde ha desempeñado cargos como Director de la DIME. Además, es notable su personalidad polifacética ya que ha incursionado en la escritura de relatos cortos. Como escritor, ha logrado publicar un libro de cuentos.

ABSTRACT: Professor Castañeda is one of the most important persons in the world of physics at local and national level. It is an honor for the College of Sciences at the National University of Colombia at Medellín having him as a member of its faculty. Professor Castañeda has distinguished a top researcher in optics, area in which he has established one of the best research groups in this topic which is reflected by the number of publications in international and national journals by this group. It is also remarkable the cooperation in the administrative work that professor Castañeda is willing to do. He has been chairman of the research office DIME at this university. We also notice that among the personal interests of professor Castañeda is in short story writings. As a writer he has published a book of his short stories.

1. VIDA TEMPRANA E INICIOS

A pesar de la ayuda esporádica que Juanes haya querido prestarle, no creo que Carolina del Príncipe haya cambiado sustancialmente desde el sábado 15 de Diciembre de 1956, día en que nació en casa de mis abuelos

^aPhD en Estadística, profesor Asociado Escuela de Estadística. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín
E-mail: vilopez@unal.edu.co

^bPhD en Estadística, profesor Asociado Escuela de Estadística. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.
E-mail: jccorrea@unal.edu.co

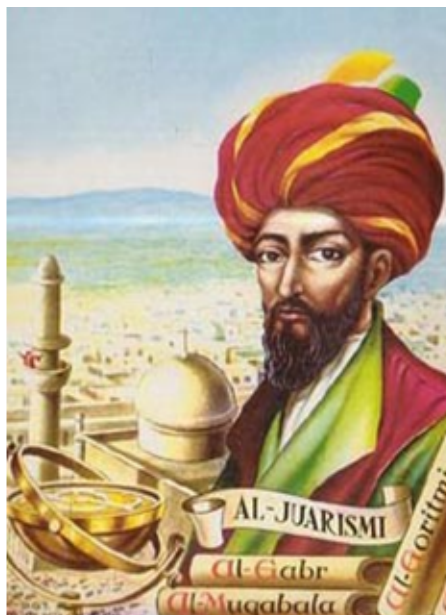
maternos, asistido por una partera. Dicen las leyendas de mi familia (que tratan con igual valor las historias de las brujas que llegaban en bolas de fuego desde Santa Rosa de Osos, para cabalgar, agarradas de las crines trenzadas de las bestias en las noches de luna llena, que sus proyectos de progreso socioeconómico y educativo) que se radicaron en Medellín cuando yo tenía 6 meses de edad y mi padre ingresó al Sena para capacitarse como Instructor de Máquinas Herramientas en el Centro Metal-Mecánico del Pedregal, cargo que ocupó desde inicios de los años 60. Luego de pensionarse y hasta su muerte en 1980, mi padre permaneció vinculado de diferentes maneras al Sena. Mi madre le sobrevive y nosotros muy pocas veces hemos visitado el pueblo. Así que, a parte de los múltiples viajes que he realizado por motivos académicos, estoy radicado definitivamente en Medellín desde mi primera infancia.

1.1. Familia (padres, hermanos, esposa, hijos,...)

Soy el mayor de una familia de cuatro hermanos, de ocupaciones diferentes. Mi segundo hermano es Zootecnista egresado de la Universidad Nacional Sede Medellín; el tercero es músico de la Escuela Popular de Arte y trabaja como profesor de estética en colegios de secundaria, y el menor es Contador de la universidad de Antioquia. Yo me dediqué a la física de manera azarosa, pues había ingresado a la Universidad de Antioquia con la firme intención de ser un Ingeniero Electrónico, muy estimulado por la formación académica que recibí en el Liceo Nacional Marco Fidel Suárez (“cuando era bueno” dicen hoy día sus egresados), que me permitió participar en el Concurso Nacional Mejores Bachilleres Coltejer de 1974.



a



b

Figura 1: a) A los 12 años de edad. b) Carátula del texto de álgebra de Baldor.

1.2. Estudios primarios y secundarios: Personas que fueron motivantes para el posterior desarrollo profesional

“El Marco Fidel” como le decíamos en esa época (ignoro si también ahora) mantenía una sana y constante competencia académica con el Liceo Antioqueño, auspiciado por la Universidad de Antioquia, y con nuestros vecinos inmediatos, los “riquitos” del excelente colegio jesuita San Ignacio de Loyola. Pero lo más importante era la calidad de profesores de bachillerato que tuve y recuerdo hoy en día con aprecio y muchísimo agradecimiento. Muy joven, por ejemplo, alrededor de los 14 años, abordé los temas de geometría plana en tercero y cuarto de bachillerato (la nomenclatura de la época), en excelentes cursos a los que les debo no sólo la aptitud sino, principalmente, la actitud que he tenido para adentrarme en los temas de la física. Y a pesar de que tengo buenos recuerdos de mi aprendizaje del álgebra, guiada por el clásico texto de Alejandro Baldor, ilustrado con el rostro de Al-Juarismi flotando sobre una Bagdad de las Mil y Una Noches en la carátula, me marcó más el curso de cálculo que recibí en sexto, el último año de bachillerato, en el que aprendí a respetar los infinitesimales, el infinito y el límite como fundamentos que después afianzaría con la teoría de funciones. En ese curso del Marco Fidel tuve el primer contacto con derivadas e integrales, de modo que las clases de cálculo de la Universidad de Antioquia no fueron una sorpresa para mí, pero sí un ámbito para ganar destreza.

Aunque ocuparon buena parte de mi atención en bachillerato, las matemáticas no fueron lo único que me interesó. Le dediqué mucho tiempo a la historia y a la geografía, de la que recuerdo haber tenido varios años un maestro cartógrafo que hacía los mapas del colegio y era capaz de trazar el croquis perfecto del mundo, levantando apenas la mano cada que terminaba un continente. Las descripciones de lo que ha sido y era la humanidad de ese entonces fueron para mí no sólo datos que aprendí a tener presente, sino especialmente ensoñaciones de mundos exóticos que alguna vez conocería. Muchos años después me conmovió ante el esplendor guardado en las salas de los museos alemanes, reconociendo en vivo el pórtico de grifos dorados sobre placas de lapislázuli de la entrada de Babilonia, la columna en la que Hamurabi esculpió su célebre código y el busto en yeso de la hermosa Nefertiti, condenada al olvido por sus paisanos, que sólo había contemplado en las ilustraciones en blanco y negro de los libros de Barrios y Astolfi, cuya única gracia era hacerme soñar. Estaba a décadas de la Internet, que trivializa el asombro que produce el descubrimiento con su cultura de la globalización inmediata (por supuesto que ofrece ventajas comparativas enormes, pero no logra evocarme el encanto que tuve cuando aprendía en bachillerato).

Lo que a mi juicio completó los fundamentos de mi formación secundaria fue uno de los cursos de Español, el último, el de sexto, porque su profesor tuvo la sapiencia de descubrirme el esplendor de la literatura, desde dos aspectos: la importancia del uso del idioma y de sus múltiples herramientas comunicativas, y el placer de leer a quienes lo hacían con plena maestría. Ese devoto de la literatura, que evoco con mucho cariño, me permitió entender que una idea sólo alcanza a serlo plenamente cuando su cuerpo toma la forma de las palabras, y que ese cuerpo no solamente debe ser ágil y preciso sino también hermoso. Lo entendí plenamente cuando me vi abocado a la obligación de manejar una lengua extranjera cotidianamente: nunca fui tan consciente del valor del Español cuando tuve que comunicarme en Alemán, que es también un idioma poderoso.



Figura 2: En el Instituto Goethe de Göttingen, otoño de 1988, durante el curso de Alemán incluido en la beca doctoral del DAAD. Estoy en el primer plano, sentado, con suéter blanco.

2. Vida Universitaria

2.1. ¿Dónde estudiaste pregrado?

La Universidad de Antioquia fue el alma mater de mi formación profesional. Mi primer recuerdo especial de esa etapa se debe al curso de álgebra lineal que recibí con un excelente profesor suizo. Yo no sabía para qué me iba a servir, ni me importó. Lo que recuerdo era el enorme disfrute que me producía la teoría de espacios vectoriales, su eficacia, su consistencia, pero sobre todo su elegancia de bello cuerpo intelectual. Lo matemático que puede haber en mi manera de pensar se debe entonces a la geometría plana de bachillerato, la teoría de funciones que conocí en bachillerato y afiancé en la Universidad y el álgebra lineal, ya de pleno en la Universidad. Todo lo demás que aprendí en matemáticas, que valoro en gran medida y uso cotidianamente, no brilló del mismo modo para mí.

La “de Antioquia” fue una fuente de sentimientos encontrados. Me volví deportista asiduo desde el comienzo de mis estudios, algo que no había hecho en el colegio, cuando descubrí las artes marciales, que dejé de practicar durante mis estudios de doctorado. Haciendo deporte conocí a quien sería después mi esposa y por ella me aficioné a sus cursos de Antropología, varios de los cuales asistí completamente. Pero también me empezó el desencanto por la facultad de ingeniería de los años 70. Su ambiente, mezcla de contenidos y prácticas académicas que no me daban las satisfacciones intelectuales que disfruté en el colegio y en los

primeros semestres universitarios, y de un lenguaje resentido y contestatario de sus grupos radicales, terminó por quitarme el deseo de ser un ingeniero. Puse punto final cuando supe que su decano se había enfrentado a puño limpio con un estudiante. Definitivamente, ¿qué podría aprender allí?

2.2. ¿Qué te impulsó a estudiar Física?

Mi decisión fue abandonar la Universidad. Por fortuna, la vida tiene azares, o tal vez citas que uno desconoce. El día que decidí marcharme, encontré en cafetería un amigo de deportes que estudiaba física y que, cuando le conté de mi decisión y se cercioró de mi gusto por los cursos de física básica, me dijo sabiamente (aunque tal vez no conscientemente, porque cuando su vida, que ha dado muchos tumbos, lo trajo de regreso a Medellín, y aproveché un encuentro para agradecerle la conversación de esa mañana, no recordó siquiera que nos habíamos encontrado el día en que yo cambié una de las decisiones más cruciales de mi vida) que aplazara mi decisión hasta después de probar la carrera de física un semestre. Pues bueno, aquí estoy con más de 30 años de ejercicio como profesor de física de “la Nacho”.

2.3. ¿Cuál fue el profesor más importante o más admirado cuando estabas en pregrado?

Debo mi dedicación a la óptica a un reto y a un maestro: fue la asignatura profesional de calificación más baja que tuve, y mi rendimiento fue bueno, con varias matrículas de honor y cargos de monitor que, en esa época, no eran medios de empleo sino distinciones que se otorgaban a estudiantes de alto rendimiento. Le pedí a mi profesor de esa asignatura que me permitiera hacer parte del grupo de óptica. Luego de pensarlo unos días, decidió presentarme al “capo”, el maestro Peter Barlai, húngaro de nacimiento y austriaco por desplazamiento forzado durante la gran guerra, pianista y matemático, que terminó anclado en Medellín porque una gripa que lo cogió en la escala de su viaje a Lima en esta ciudad, le hizo perder el cargo que le habían reservado allá a través de la Unesco. La carrera de física apenas comenzaba en la de Antioquia y cuando él supo, se presentó y fue vinculado sin ambages.

Con él, volví a ver en escena la magia que había disfrutado en el bachillerato y a principios de mis estudios universitarios. No usaba las matemáticas como mera herramienta de expresión teórica de la física, separada de los procedimientos empíricos del laboratorio, sino como el modo de pensar la física manteniendo muy involucrados los fenómenos observables en el laboratorio. Pude experimentar esa sensación con sus enseñanzas de óptica de Fourier, dejándome la inquietud invaluable de hacer lo mismo, por mi cuenta, con otras ramas de la física. Hoy no frecuento los laboratorios y prefiero las teorías ópticas, que descubrí de su mano al habituarme desde el pregrado a estudiar la biblia de los ópticos: “Los Principios de Óptica” escrito a cuatro manos por el premio Nobel de Física de 1954, Max Born, y su asistente Emil Wolf, considerado hoy el padre de la teoría clásica de coherencia óptica. Pero mantengo contactos cercanos con quienes dedican su tiempo a hacer experimentos sobre los temas que espolean mi curiosidad teórica. El Maestro murió justo cuando debía empezar a dirigir mi tesis de maestría en física en la segunda promoción de ese programa de la de Antioquia. Otros excelentes profesores de esa época, hoy venerados también como maestros, mantuvieron mi gusto por las diferentes ramas de la física, y me acompañaron a terminar lo que no pude hacer con mi Mentor.



Figura 3: En Berlín a inicios de los 90, en plena Guerra del Golfo.

Un legado valioso me quedó de él: su estímulo para hacer doctorado en física en Alemania, en una época en que no había programas doctorales en Colombia y nuestra Meca científica eran los Estados Unidos. Pensar en Alemania era completamente exótico. Para ese entonces, ya me había casado, tenía a mi única hija y hacía varios años que trabajaba en “la Nacho” que me vinculó pocos meses después de graduarme como físico, en el año 82. Gané una beca del Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD) y me fui a Berlín, donde llegué en Abril de 1988, después de seis meses de curso intensivo de idioma Alemán en Göttingen, la ciudad donde Heisenberg tuviera su inspirador primer encuentro con Bohr.

Decían los alemanes que Berlín era la única isla de Alemania en el mar rojo, porque quedaba en el centro de la hoy extinta República Democrática Alemana, y su parte occidental, donde viví cinco años con mi familia, estaba rodeada por la muralla que se conoce en la historia como “el muro” de Berlín. Así que para visitar la República Federal de Alemania, teníamos que sacar una visa de tránsito y tomar uno de los cuatro corredores autorizados para el viaje por tierra, con la prohibición expresa de hacer escalas en ciudades de la República Democrática. No podía tener idea que, al segundo año de mi estadía en Berlín, sería testigo del prodigio histórico que hoy se celebra como un triunfo de la democracia de occidente: la caída del muro. No entraré en detalles ampliamente conocidos y difundidos hoy en día. Sólo quiero mencionar que el martilleo de los ciudadanos de muchos países, sobre las placas de hormigón duró días, y no sólo produjo trozos vendidos como souvenir, sino también un nuevo ordenamiento de Europa que, por urnas, haría caer el comunismo en Polonia y dividiría Checoslovaquia, pero que sería doloroso en Yugoslavia y en Rumania.

2.4. ¿Cómo fue tu experiencia en Alemania?

El día que crucé el umbral de Instituto de Óptica de la Universidad Técnica de Berlín, pasé delante de una urna de cristal que encerraba el emblema de ese sitio: el primer microscopio electrónico fabricado hacia los años 30 en asocio con la muy berlinesa empresa Siemens, y que fuera distinguido con un premio Nobel de Física. El mensaje era claro: las teorías más sofisticadas debían estar acompañadas de experimentos refinados, y era muy valorado que ese matrimonio diera a luz innovaciones de impacto. Así que, luego de pasar sin problema los exámenes de calificación para el doctorado, mi profesor me propuso el tema: desarrollar un sistema experimental que permitiera evaluar cuantitativamente la calidad de objetivos de microscopio. No se trataba de un embeleo académico, sino de una herramienta para hacer frente a la amenaza de los japoneses, particularmente de las firmas Nikon y Olympus, que pretendían desplazar la hegemonía alemana de la producción de microscopios. Mi trabajo no era ni fue la salvación de Alemania, por supuesto, sino un aporte pequeño dentro de un programa de salvaguardias mucho más amplio, que finalmente y a pesar de su éxito, refrendado por mis dos primeros artículos internacionales, no fue tenido en cuenta (al menos no conozco que lo haya sido). Más aún, la emblemática Karl Zeiss tuvo que ceder el dominio mercantil a las firmas japonesas en el tema de microscopios, así como antes lo había hecho Leica en el tema de fotografía.

Pure Appl. Opt. 3 (1994) 737–755. Printed in the UK

Two-dimensional evaluation of point spread functions using centred reduced moments

R Castañeda†

Optisches Institut, TU Berlin, Straße des 17 Juni 135, D-1000 Berlin 12, Germany

Received 25 November 1993, in final form 11 March 1994

Pure Appl. Opt. 3 (1994) 259–268. Printed in the UK

PSF measurements using an Airy pattern as test object

R Castañeda† and J Kross

Optisches Institut der Technischen Universität Berlin, Strasse des 17 Juni 135, 1000 Berlin 12, Federal Republic of Germany

Received 28 January 1993, in final form 17 June 1993

Figura 4: Mis dos primeros artículos internacionales, fruto de mi doctorado.

Un doctorado no es un lecho de rosas (o tal vez sí, porque además de pétalos tiene espinas y el disfrute del aroma se mezcla con el dolor de las punzadas). Durante más de la mitad de mi estadía en el grupo de Jürgen Kross, el pulidor de lentes del Instituto de Óptica, fui el único doctorando extranjero (uno de los pocos colombianos radicados en Berlín) y los últimos años me acompañó un rumano. La mayoría de la decena de alemanes que llegaron y salieron del grupo en esos cinco años largos se fue sin título. Kross era conocido por

su pésimo carácter, arropado por una cortesía impecable, que hacía de la ironía dañina su arma letal. Curiosamente, fue ese refinamiento lo que en buena parte me mantuvo a salvo, porque mi mucho menor dominio del idioma no alcanzaba a dejarme vulnerable frente al significado de sus expresiones. Incluso, a veces lo vi desconcertado al notar que sus fórmulas no me surtían el efecto devastador que producía en mis compañeros.

Llegué a su grupo por una casualidad, pues mi plan fue vincularme a otro grupo, el del afamado profesor Adolf Lohmann de la Universidad de Erlangen. Lohmann respondió mi solicitud diciendo que desafortunadamente no había cupo en su grupo pero que le había escrito a Kross en Berlín porque sabía que él sí tenía lugar para doctorandos. En efecto, algunas semanas después, recibí la carta de Kross, indicándome que me aceptaba si yo tenía beca. Eso fue suficiente para asegurar el estipendio de DAAD. Todavía en esos años, el género epistolar, hoy desaparecido, movía el mundo.

Con todo y eso, las dificultades del doctorado no se originan en el tutor (el “doctorpadre” lo llaman los alemanes). De hecho, Kross me dotó lo mejor que pudo para mi doctorado: lo último en computación para procesamiento de imágenes (un IBM 286 con 640KB de RAM y una novedad especial: un disco duro de 40MB, la mayor capacidad de la época, para almacenar imágenes), lo último en detectores (una cámara CCD con píxeles de 11 micras de lado), y lo mejor en óptica y mecánica fina alemana, hecho allí mismo en el taller del instituto (un banco óptico para examinar lentes de microscopio con un sistema de iluminación especial y micro-posicionadores manuales de alta precisión). Tanto el computador como la cámara son piezas de museo hoy en día, pero estoy seguro que el banco óptico, donde quiera que esté, mantiene su vigencia, porque un banco capaz de desplazar manualmente elementos ópticos en pasos de 1 micra con precisión de 0.1 micra, sin alterar su alineación, nunca pasa de moda.



Figura 5: De nuevo en “la Nacho”, hacia 1995.

Las dificultades del doctorado parecen tener el mismo origen en todos los casos que he conocido: el crecimiento de la autonomía intelectual, igual que cualquier crecimiento, es un proceso doloroso. La claridad que se tiene cuando se enuncia el proyecto de tesis, se torna borrosa cuando uno comienza a cruzar el desierto de la investigación, como ocurre con los espejismos. Hay tutores que tienen “rutas de la seda” permanentes, con caravanas que llevan a los estudiantes sin que les falte agua por esa aridez. Otros, como Kross, son crudos pero realistas: saben que hay oasis y esperan que con buenas botas, buen casco y una brújula, cada uno deberá encontrar su agua y cruzar las dunas. Ni siquiera el tutor les otorga el título: los que lo logran simplemente lo recogen a la salida de ese yermo, porque los demás se mueren en él. No discuto la supremacía de esos métodos. Yo mismo aplico una mezcla de ambos, acordada con mis estudiantes según la afinidad con su carácter individual y luego de cerciorarme de que los han comprendido suficientemente. Así que sobreviví, recogí mi título y regresé a “la Nacho” convencido del acierto de Nietzsche (“lo que no me mata me fortalece”) y de que lo que nos separa de Alemania no es la inteligencia sino la disciplina, el orden y la puntualidad. De todo lo que aprendí en Alemania valoro muchísimo el método de trabajo.

2.5. ¿Qué nos puedes contar acerca de tu regreso a Medellín?

Al momento de mi regreso, Medellín convulsionaba por la persecución contra Pablo Escobar, y eso me produjo un desasosiego que no conocía. En los cinco años largos que viví en Alemania sin visitar Medellín, logré adaptarme a su idioma y a su cultura, sin percatarme que ese esfuerzo me había desadaptado de la ciudad donde crecí. De modo que mi expectativa de satisfacer de inmediato mi nostalgia latina represada chocó de frente con el desencanto de presenciar los altibajos, entre el miedo y la ira, no sólo de quienes quería sino también de quienes admiraba. En cambio, los recursos precarios para adelantar actividades académicas y de investigación a las que me había acostumbrado no me desilusionaron, sino que constituyeron el reto que puso a prueba mi capacidad de retribución, para equiparar el apoyo de la institución y de mis compañeros al proyecto personal de doctorarme. Menciono estos dos escenarios porque tengo la impresión de que involucran reacciones comunes entre los que pasamos una temporada larga en el exterior (incluso, aunque no fue mi caso, el desencanto suele incluir la precariedad de los recursos), y es necesario poner de nuestra parte para readaptarnos lo mejor posible.



Figura 6: En Medellín a inicios del segundo milenio.

Hoy, dos décadas después de mi regreso a Medellín, estoy convencido del acierto de volver como elemento de consolidación de mi proyecto de vida, siendo uno de los aspectos fundamentales mi reincorporación a “la Nacho”. Considero que nuestra Universidad me ha brindado el mejor medio posible para el desarrollo de mi desempeño académico y científico. Pondré unos ejemplos. Poco después de mi reintegro, retomé el contacto con el Centro Internacional de Física Teórica, ICTP, en Trieste (Italia), que había tenido la oportunidad de visitar antes de irme a Alemania, y me vincularon como Asociado Regular, una figura que permite a científicos de muchos países hacer pasantías cortas durante varios años en el instituto, para afinar sus investigaciones y hacer contactos colaborativos. Visité Italia a lo largo de unos seis años y la suma de tiempos que pasé allí alcanza los dos años. Además, en varias oportunidades me acompañó el estudiante de posgrado que estaba dirigiendo. Eso me permitió diversas ganancias: por un lado, afiné mi destreza para elaborar artículos científicos y presentar ponencias en inglés, lo que me permitió contribuir a implantar esa cultura, cotidiana en los países de Europa, en nuestro medio, donde al filo del siglo 21 era completamente nueva (curiosamente, hoy tenemos todavía académicos que la encuentran deleznable); por otro, abrió el panorama internacional para mis estudiantes, que también se extendió a otras áreas; algo tan común, diría incluso tradicional, en Europa pero cuya importancia apenas comprendimos aquí hace menos de dos décadas.



Figura 7: En la biblioteca personal de Abdus Salam en el ICTP (2000)

Además del ICTP, surgieron otras invitaciones internacionales, estimuladas por mi participación como organizador y ponente en los eventos de óptica más reconocidos de Ibero-América. He sido profesor invitado en universidades de Cuba, Argentina, España, Italia, y Polonia. Y en los últimos años, he tenido el honor de ser conferencista invitado, incluso plenario, en eventos de óptica de nivel mundial, a los cuales mis antiguos estudiantes, hoy profesores de “la Nacho” en Medellín y Bogotá, también han sido invitados como conferencistas.



Figura 8: Primero a la izquierda, como presidente del comité de promoción internacional de la 3° Reunión Iberoamericana de Óptica y 6° Encuentro Latinoamericano de Óptica, Láseres y sus Aplicaciones (Cartagena de Indias, 1998), con otros organizadores internacionales de los eventos que, por primera vez se realizaron juntos.

Estuve al frente del grupo de óptica (hoy grupo de óptica y procesamiento opto-digital) hasta mi relevo hace unos tres años, y ayudé a incubar otros grupos como el de fotónica y opto-electrónica, y el de espectroscopía láser, hoy completamente autónomos. También he sido activo en el proceso de maduración de la Facultad de Ciencias, liderado por las decanaturas de Luis Alfonso Vélez a lo largo de unos tres lustros. La Facultad de Ciencias de los años 90 poco había cambiado desde su fundación. La mayoría de sus departamentos (hoy llamados Escuelas) carecían de programas propios y su mayor preocupación era el servicio docente que le prestaban a otras facultades, particularmente a la Facultad de Minas. A mi regreso de Alemania, Luis Alfonso apoyó la idea de una Especialización en Óptica Técnica, que fue el primer programa curricular propio de nuestro Departamento de Física y en él participaron todos los profesores que tenían interés por la óptica en ese entonces. El programa tuvo vigencia varios años, hasta que abrimos la Maestría en Física.

Luis Alfonso estaba convencido de la importancia de crear nuevos programas de pregrado (el único que teníamos prácticamente desde la fundación de la Facultad era el de Matemáticas) para consolidar el carácter de nuestra facultad, y lanzó una propuesta con opciones para varios Departamentos. De esas, las primeras que se hicieron realidad fueron Ingeniería Física y Estadística, creadas con poca diferencia de tiempo, siendo nuestro programa sobreviviente de un fuerte escrutinio por parte de las facultades de ingeniería, incluida Minas, y de Ciencias de la Universidad Nacional en su conjunto, por la novedad que representaba desde el nombre mismo, a pesar de que éramos los segundos en proponerlo: la Universidad del Cauca había sido la primera en el país, con un par de años de ventaja.

2.6. ¿Cómo ves el futuro de la física, tanto en la Sede como en el país, y del mercado laboral para el joven que se gradúa de ingeniero físico?

Desde la época en que propusimos su creación, estoy convencido que la Ingeniería Física constituye el futuro más prometedor de la física en nuestro país. Esta creación de los físicos ha diversificado la formación

científicotécnica superior, incursionando en los vacíos que no alcanzan a llenar los programas de física pura ni de ingeniería convencional. Esos vacíos atañen al desarrollo tecnológico con base científica, de los que se ocupan la mayoría de nuestros grupos de investigación (óptica y procesamiento opto-digital, fotónica y opto-electrónica, espectroscopía láser, biofísica, materiales cerámicos y vítreos, física radiológica, instrumentación, en fin). Una vez creado, la Sede Manizales lo adoptó de inmediato, pero no logramos interesar a la Sede Bogotá.

Posteriormente y con el antecedente de Ingeniería Física, se logró sacar adelante el programa de Ingeniería Biológica. No nos quedamos quietos: nos empeñamos en que cada programa debería tener el ciclo curricular completo, es decir, desde pregrado hasta doctorado, algo impensable hace 20 años, y logramos implantarlos. La acreditación de nuestros programas de pregrado ha sido ejemplar y ahora continuamos con los de posgrado. Con asesoría nuestra, EAFIT abrió el segundo programa de Ingeniería Física en Medellín, y en la actualidad esa profesión cuenta con programas en alrededor de media docena de universidades en el país, tiene una asociación gremial, un congreso periódico y las empresas han incluido ese perfil profesional en sus convocatorias de empleo (algunas incluso han convocado explícitamente a ingenieros físicos). Todo apunta a que este panorama ganará en consolidación en los próximos años, de cara a los compromisos de globalización que está adquiriendo el país, convirtiendo nuestra apuesta académica en un aporte efectivo para su desarrollo.

No tendríamos ese horizonte tan positivo sin otro impulso a la cultura de la investigación en la Sede, liderado por la vicerrectoría de Mario Arias, en que también tuve la oportunidad de participar. Mario se empeñó en construir un edificio de laboratorios de investigación, el bloque 19A, donde investigadores de las Facultades de Ciencias y Ciencias Agrarias principalmente tuvimos instalaciones adecuadas para adelantar proyectos de buen nivel que, en corto tiempo, pusieron nuestros grupos en lo más alto del escalafón de Colciencias.



Figura 9: Como profesor titular de la Escuela de Física de “la Nacho” en la actualidad.

2.7. ¿Qué piensas de la penetración de la Internet en los procesos de enseñanza de la física?

El siglo 20 fue un siglo de rápidas e impactantes transiciones, muchas de las cuales viví en mi propia formación académica, y otras en mi desempeño profesional. Pertenezco a la última generación que recibió clases de regla de cálculo en la Universidad de Antioquia en los primeros semestres de carrera (aún conservo la mía y sigue sorprendiéndome la precisión de sus resultados, que sin duda soportan el desarrollo de ciencia e ingeniería de al menos 2/3 de ese siglo).



Figura 10: Regla de cálculo (fuente internet)

En uno o dos semestres, trocamos la regla de cálculo por mazos de tarjetas perforadas en los que codificábamos nuestros programas de fortran para un HP1130 que ocupaba un cuarto entero, y corríamos haciendo fila para entregar los mazos en una taquilla, recibiendo horas después los resultados, también por taquilla (toda esa parafernalia la vi exhibida, una década más tarde, en el museo de ciencia y tecnología de Munich). Poco después, siendo estudiante de física, fui monitor a cargo del primer mini-computador del departamento de matemáticas, un HP9830 de mesa programable en Basic, con pantalla de una sola línea de bombillitos rojos y la novedad de leer y almacenar información en casetes. Para ese entonces, había vendedores de calculadoras casio y HP, que costaban un dineral, sólo al alcance de profesores y los pocos estudiantes con solvencia.

En la Alemania de mi doctorado, todos los computadores eran de mesa y cada quien tenía el suyo en el laboratorio y también en la oficina, con pantalla de televisión de cursor verde, que podía escribir textos en Word Star. La profunda revolución del procesamiento de textos apenas se estaba difundiendo y todavía no se había dado el boom comercial del sistema Windows, al menos en Europa (hablábamos del sistema operativo MS2). Las comunicaciones parecían lejos de la rápida transformación que tendrían pocos años después. Mi esposa y yo programábamos las pocas llamadas a Colombia que podíamos pagar desde teléfonos públicos y cruzábamos cartas con nuestras familias y amigos, que no alcanzaban a la docena anual, si sumamos las dos semanas que transcurrían desde el envío hasta la recepción más el tiempo requerido para tener algo que escribir y el revelado de las fotos para mandar. Envié mi primer correo electrónico pocos meses antes de terminar mi doctorado. Y cuando me reintegré a “la Nacho”, teníamos un computador dedicado al envío y recepción de correos para todos los profesores del departamento de física. El funcionamiento de internet ya se había reportado en las revistas de ciencia y tecnología. De eso hace algo más de dos décadas.

Entonces, al filo del siglo XXI se produjo el salto sin precedentes. No lo describiré como la difusión de Internet, sino como la muerte del género epistolar, que movió al mundo entero desde que el hombre inventó la escritura. Una muerte silenciosa, desapercibida para muchos, que no fue noticia para la generación de nuestros hijos. Las oficinas de correo, los papeles especiales, los sobres lacrados, las estampillas y la escritura a mano se hundieron bajo el océano de internet, junto con los teléfonos de disco, como viejos barcos vikingos.

Ahora se navega en verdaderas marinas (a veces de guerra) en esos mismos mares, y la habilidad de hacerlo es tan básica como saber nadar o conducir un carro.

Por eso pienso que su presencia en los procesos de enseñanza y aprendizaje tiene el mismo valor que el de cualquier recurso pedagógico. No creo que pueda reemplazar los recursos clásicos, aunque sí los ha transformado, como tampoco creo que los clásicos puedan suplantarla. No obstante su implantación no ha sido trivial, porque no se ha correspondido con el desarrollo de mecanismos pedagógicos que permitan su incorporación sin producir la sensación de amenaza. Nuestro reto, como educadores, se mantiene en desarrollar tales mecanismos, de modo que no tengamos que decir “apaguen sus celulares” al inicio de la clase o del examen, sino por el contrario “usen sus celulares con tal aplicativo para”

Una revolución innegable de Internet, que marca una diferencia generacional entre la formación que recibí y la que imparto, es el acceso a información especializada. De estudiante, esperábamos meses la importación de libros que alguno podía comprar y, sin ningún pudor, fotocopiábamos para que todos pudieran estudiar. La espera por artículos era peor, porque siempre estábamos meses e incluso años a la zaga de la “información caliente”, que los países desarrollados digerían de inmediato para producir adelantos que nosotros apenas podíamos sospechar mucho después. Si algún factor se ha democratizado efectivamente en el mundo es el acceso global a la información por Internet. Por eso sus intentos de control están tan cerca del totalitarismo.

No obstante, ese acceso es inútil y torpe si no se acompaña de habilidades comunicativas y de lecto-escritura apropiadas para tales ambientes, donde la imagen, fija o animada, es tan o más importante que el texto escrito. Esa es quizá nuestra limitación pedagógica, que algunos sienten como una amenaza del ciber-espacio o “la nube”. Pero hay que aceptar que Internet se ha incorporado al intelecto, así como el teclado y la pantalla son, prácticamente, extensiones del cuerpo humano.

2.8. ¿Qué satisfacciones has tenido como docente-investigador?

Estoy plenamente satisfecho con mi trabajo. Tengo la fortuna de que mis cursos, que han cubierto temas de física moderna, mecánica cuántica, electrodinámica y óptica, sean bien valorados por los estudiantes de pregrado y posgrado que los han matriculado. He dirigido tres tesis doctorales, una docena de maestría y un poco más de la docena de Trabajos Dirigidos de Grado, muchas de ellas distinguidas con menciones especiales y premios, entre las cuales se cuenta una magna cum laude otorgada por la Universidad de Antioquia, un premio Otto de Greiff y uno León de Greiff. Algunos de mis estudiantes han recibido premios de la Alcaldía de Medellín al talento investigativo.

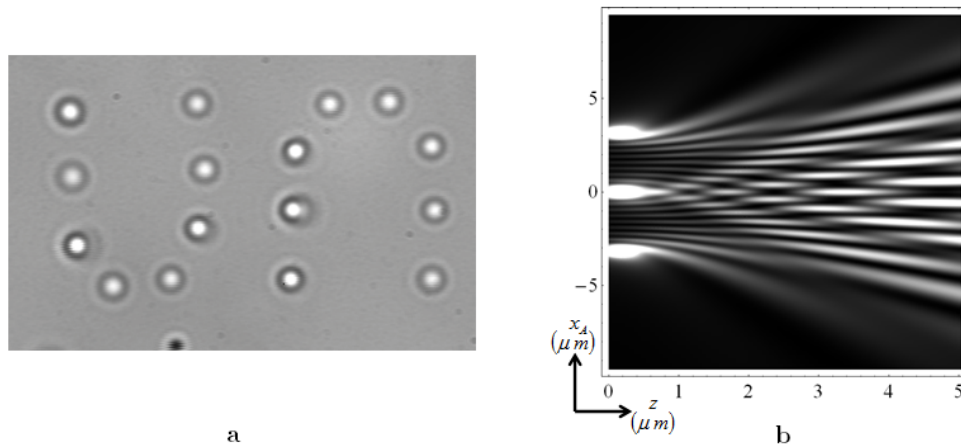


Figura 11: a) El logo más pequeño de la Universidad Nacional, construido con micro-esferas ($1 \mu\text{m}$ de diámetro) alineadas con las primeras pizas ópticas holográficas desarrolladas en nuestro país. El logo mide unas $8\mu\text{m}$ de alto por $15\mu\text{m}$ de ancho. b) Cálculo exacto de propagación de la luz producida por tres fuentes puntuales coherentes a lo largo de las primeras $5\mu\text{m}$ de su recorrido, desde las fuentes.

Los estudiantes que he dirigido han buscado sofisticados usos de la luz. Unos pocos ejemplos para no extenderme excesivamente: una pareja de ellos reportó por primera vez en Colombia un sistema de pinzas ópticas holográficas con el que construyeron el logo más pequeño de la Universidad Nacional de Colombia, alineando micro esferas; otro propuso el diseño de una lente intraocular de foco largo para resolver la presbicia; otro más ha desarrollado un algoritmo de alta eficiencia para calcular de manera exacta (es decir, sin recurrir a las aproximaciones convencionales) la propagación de la luz a través de sistemas ópticos. Para mí ha sido motivo de satisfacción que estudiantes de alto rendimiento académico me hayan pedido que oriente su creatividad y supervise sus trabajos, y me ha producido sincera admiración ser testigo de los logros que han alcanzado que, en todos los casos, han sido superiores a las metas que les he propuesto.

2.9. ¿Qué consejo les darías a los jóvenes físicos que inician su vida académica y/o profesional?

Los profesores olvidamos a menudo dos cosas que considero cruciales para nuestra labor: por un lado, las dificultades propias que tuvimos en nuestro aprendizaje y por otro, que sólo ofrecemos una manera de enseñar (la de cada uno) frente a la demanda de tantas maneras de aprender como asientos se ocupen en nuestras clases. Por eso no es fácil, y quizá no sea pertinente aconsejar a los jóvenes a adoptar actitudes generales. Pero si me atrevería a señalar cualidades que, por experiencia, he encontrado comunes en mis estudiantes más dotados para la investigación.

Sin duda la curiosidad está en la base. Es un atributo que se debe alimentar, fortalecer y, sobre todo, refinar. El ejercicio para hacerlo es la formulación de preguntas, concentrando el esfuerzo en la calidad de la pregunta. Hay escenarios en los que la pertinencia práctica de la pregunta define su calidad, pero no ocurre así en la mayoría de los casos. La presión actual por la pertinencia práctica de las preguntas sobre cualquier otro criterio de calidad ha generado riesgos en la solidez y la profundidad del conocimiento derivado de las respuestas logradas. Es importante, entonces, dar a la pertinencia práctica el peso específico justo.

Sin embargo, no basta con enunciar preguntas para ser un buen investigador: es necesario no cejar en la búsqueda de respuestas (que podrían ser incluso nuevas preguntas), y así llegamos al segundo atributo: la obsesión, que mantiene la pregunta en la mente del investigador, pero que también convoca peligros como la desesperación, la desilusión y el enfado. Esos peligros hacen errar en la búsqueda de respuestas y deterioran la calidad de las nuevas preguntas.

Se requiere entonces de un atributo de difícil comprensión y cultivo para superarlos: la paciencia. Me admira haber visto que quienes tienen una curiosidad refinada, una obsesión mesurada y una sólida paciencia, no sólo obtienen conocimiento de sus investigaciones sino también profunda alegría, una emoción que, por ella misma, parece justificar suficientemente el esfuerzo de saber más, quizá incluso con mayor valor que la utilidad asociada a la pertinencia práctica del conocimiento. Yo mismo prefiero tópicos que parecen no servir para nada, porque no es evidente su utilidad, y así, ese efímero requerimiento de la satisfacción de una necesidad no me distrae de mis búsquedas.

Esto que acabo de expresar no significa en modo alguno que no aprecie a quienes tienen como meta justamente lo que yo no busco. Los innovadores (como lo han sido mis propios estudiantes) son muy importantes, así como quienes nos maravillan con inventos y desarrollos tecnológicos, y espero que nuestras aulas estén llenos de estudiantes con esas pulsiones, puesto que nuestro fuerte institucional es precisamente la alta tecnología. Las preferencias a las que me refiero son las mías propias, las que definen mis actitudes íntimas: no soy un innovador ni desarrollo tecnología. Soy un profesional de las ciencias naturales, de la física y, siendo aún más preciso, de la óptica. No me preocupa saber para qué sirve la luz, pero me fascina el sueño de dar mi propia respuesta a la pregunta ¿qué es la luz?, dilucidando los atributos que definen su naturaleza. En ese escenario, he tenido la satisfacción de incursionar con éxito en la predicción de propiedades luminosas en el dominio de micro-difracción (el comportamiento de la luz cuando apenas ha recorrido distancias comparables con su longitud de onda desde la fuente que la emite). Y estimulado por la inquietud de un viejo amigo de la Universidad de Bologna “La Docta” (Italia), estamos investigando la aplicabilidad de ese conocimiento en la predicción de patrones de interferencia con moléculas, una estrategia en la que los innovadores de dispositivos nano-tecnológicos están muy interesados, por su tremendo potencial en la producción de estructuras finas regulares llamadas nano-wires. La vida es entonces irónica porque, como decía, me ocupo de cosas que pienso inservibles, hasta que alguien las reclama por su utilidad.

PHYSICAL REVIEW A 89, 013843 (2014)

Electromagnetic wave fields in the microdiffraction domain

Román Castañeda*

Physics School, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, A.A. 3840 Medellín, Colombia

(Received 8 September 2013; revised manuscript received 25 November 2013; published 29 January 2014)

Paraxial propagation theories are not suitable for describing the behavior of electromagnetic wave fields in any states of spatial coherence and polarization in the microdiffraction domain. The proposed nonparaxial theory overcomes such limitations by modeling (i) any planar source in terms of sets of point sources with tensor statistical behavior, and (ii) the transport of the wave field on scalar, deterministic, time-independent, and nonparaxial propagation modes, defined only by the geometry of the boundary conditions of the experimental setups. So the field emission by the source and the space structure due to the modes are independent from each other. The theory provides a unified framework for the power and the states of spatial coherence and polarization of the field, as well as for interference and diffraction, and describes the significant changes suffered by the wave fields in the microdiffraction domain.

DOI: [10.1103/PhysRevA.89.013843](https://doi.org/10.1103/PhysRevA.89.013843)

PACS number(s): 42.25.Kb, 42.25.Bs, 42.25.Ja

Figura 12: Publicación reciente de las propiedades de los campos electromagnéticos en el dominio de micro-difracción.

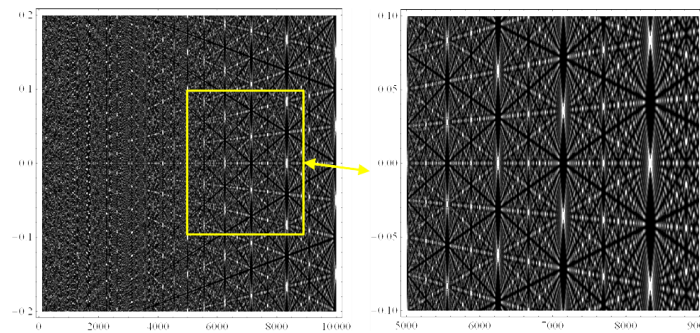


Figura 13: Cálculo exacto de la alfombra de Talbot, una estructura geométrica que determina el desplazamiento de moléculas en experimentos de interferencia molecular. A la izquierda se presenta el cálculo para la propagación de moléculas a lo largo de los primeros 10mm, desde la fuente emisora. A la derecha, se presenta una versión aumentada del segmento encerrado en el recuadro amarillo, para la distancia de propagación entre el quinto y el noveno milímetro. Las estructuras regulares verticales señalan los sitios de generación de nano-wires.

3. Vida Profesional

3.1. ¿Qué distinciones has obtenido?

No he obtenido muchas distinciones, pero estoy orgulloso de los reconocimientos que las pocas que tengo significan. En 2004, compartí la mención de honor del premio nacional de ciencias de la Fundación Alejandro Ángel Escobar, con mi profesor de óptica de la Universidad de Antioquia y mi primer estudiante de doctorado, hoy colega en “la Nacho”, por la teoría óptica que habíamos desarrollado colaborativamente hasta el momento y que después yo continuaría desarrollando hasta el dominio de micro-difracción. En 2009, el Consejo de la Sede Medellín de la Universidad Nacional de Colombia me otorgó la Medalla al Mérito Universitario, máximo galardón académico que ese cuerpo puede otorgar a sus docentes. En 2010, el Consejo Superior Universitario de la Universidad Nacional de Colombia me otorgó el Premio a la Excelencia Académica, máxima distinción de nuestra alma mater a sus docentes. En 2011, la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales me otorgó el Premio a la Obra Integral de un Científico y en 2012 me admitió como miembro correspondiente.



Figura 14: Con Jaime Ignacio Vélez, profesor de la Facultad de Minas, en día en que nos posesionamos como miembros correspondientes de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, en el Paraninfo de la Universidad de Antioquia.

3.2. ¿Cómo ves la física colombiana con respecto a Latinoamérica? ¿En cuál país de Latinoamérica se trabaja mejor la física?

A pesar de nuestras claras limitaciones, el desarrollo científico alcanzado en el país es un referente regional. Países vecinos están solicitando nuestra asistencia para mejorar la calidad de su educación superior y fomentar la investigación. En Latinoamérica seguimos a la zaga de los países con mayor tradición, México, Brasil y Argentina (últimamente Chile ha dado muestras de desarrollo científico interesante), siendo Brasil quizá el de mayor desarrollo relativo, que tienen mayor inversión de PIB y una mejor estructura administrativa de la educación superior. Pero sin duda alguna, la Universidad Nacional de Colombia continúa siendo la primera universidad del país y nuestra Sede, la sexta incluyendo las privadas más desarrolladas, y la cuarta entre las públicas. Esto es destacable, teniendo en cuenta nuestro tamaño relativo, que es alrededor de la cuarta parte de Universidades como la de Antioquia o la UIS. De hecho, considerando los tamaños relativos, nuestra facultad de ciencias tiene una mayor productividad intelectual actualmente, que su homóloga de la Sede Bogotá, incluyendo un aspecto sorprendente como patentes, en lo que supera incluso a facultades de ingeniería.

3.3. ¿Crees que hay una buena interacción entre las distintas universidades que ofrecen el programa de física?

Mi experiencia es que las colaboraciones entre nuestras instituciones de educación superior, incluso entre diferentes Sedes de nuestra propia Universidad, son de muy baja intensidad. Menos por los factores diagnosticados una y otra vez debido a nuestros desaciertos en superarlos (limitaciones de recursos, estructuras administrativas rígidas, precariedad en los aparatos de gestión, en fin) que por nuestra tímida capacidad de revolucionar la cultura Universitaria que heredamos y terminamos repitiendo. Considero esa actitud nuestro mayor factor de riesgo a futuro, señalado entre líneas por las advertencias de los asesores de diferente índole que, desde el gobierno nacional y hasta la escala municipal, concluyen siempre en aconsejar el incremento de la capacidad de innovación.

4. Aficiones. Sabemos que eres escritor, ¿qué géneros te gusta incursionar? ¿sobre qué temas te gusta escribir? En los tiempos de ocio ¿qué otra actividad te gusta hacer?

No quisiera dar la impresión de una vida dedicada sólo al quehacer académicocientífico. Estoy convencido de que la vida privada es compleja y rica en facetas que uno debe cultivar para tener una existencia íntegra, con un buen nivel de satisfacción y un nivel mínimo de amargura o frustración. Mis contrapesos son la literatura y el baile. Con el primero, la literatura, tengo una larga relación desde mi juventud, muy intensa como lector y menos como escritor. Considero los libros objetos bellos y dignos de coleccionar, más aún cuando su contenido es hermoso. Y aunque prefiero las novelas, también degusto poesía y ensayo.

Empecé a escribir relatos cortos como una manera de paliar la soledad en las pasantías científicas, particularmente las que pasé en el ICTP, y los compartía con un pequeño grupo de amigos muy cercanos. Ellos me convencieron de tratar de publicarlos y así nació Hojas de Arce, el único título de relatos cortos que me

han publicado en la colección *Antorcha y Daga* del Fondo Editorial EAFIT. Es posible que algunos ejemplares rondan todavía por ahí. Continúo escribiendo relatos pero no con tanta asiduidad, porque los artículos científicos me ocupan más a menudo, aunque también he dedicado un buen tiempo a escribir ensayos sobre historia y epistemología de la física y de la óptica.



Figura 15: Con mi esposa y mi hija en la actualidad

En cuanto al baile, es una actividad regular que tengo con mi esposa desde hace algunos años. Tomamos clases de baile en una academia y nos divertimos saliendo a bailar en algunos sitios de la ciudad. A parte de ser un proyecto conjunto con ella, que valoro muchísimo desde el punto de vista psico-emocional, el baile (y también las caminatas de fin de semana) me resulta un buen ejercicio, más sano y apropiado para mi edad y condición que los deportes de alto impacto que practiqué de joven.

Referencias

- Betancur, R.; Restrepo, J. & Castañeda, R. (2009), Beam shaping by spatial coherence modulation based on spatial coherence wavelets. *Optics And Lasers In Engineering*, 47(1) , 1340-1347.
- Castañeda, R. (1994), Two dimensional evaluation of point spread functions using centred reduced moments. *Pure And Applied Optics*, 3(6), 737-755.
- Castañeda, R. (2004), Partially coherent imaging and spatial coherence wavelets. *Optics Communications*, 230(1), 7-18.
- Castañeda, R. (2006), Electromagnetic spatial coherence wavelets and the classical laws on polarization. *Optics Communications*, 267(1), 4-13.
- Castañeda, R. (2007), Tensor theory of electromagnetic radiometry. *Optics Communications*, 276(1), 14-30.

- Castañeda, R. (2008), Phase space representation of spatially partially coherent imaging. *Applied Optics*, 47(22), E53-E62.
- Castañeda, R. (2009), Phase-space representation of electromagnetic radiometry. *Physica Scripta*, 79, 35302.
- Castañeda, R. (2009), Simulador de Aberraciones Ópticas Primarias en Java. *Revista Colombiana De Física*, 41, 476-478.
- Castañeda, R. (2010), Point sources and rays in the phase space: novel tools for optical field modeling. *Photonics Letters Of Poland*, 2(4), 150-152.
- Castañeda, R. (2011), Generalised radiant emittance in the phase-space representation of planar sources in any state of spatial coherence. *Optics Communications*, 284, 4259-4262.
- Castañeda, R. (2011), Point sources and rays in the phase-space representation of random electromagnetic fields. *Optics Communications*, 284(1), 4114-4123.
- Castañeda, R. (2013), Second-order Holography. *Optics Communications*, 289, 10-18.
- Castañeda, R. (2014), Electromagnetic wave fields in the microdiffraction domain. *Physical Review A*, 89, 01384301-01384314.
- Castañeda, R. (2014), Three-dimensional micro-diffraction modeling. *Applied Optics*, 53, 1782-1793.
- Castañeda, R. & Betancur, R. (2009), Spatial coherence modulation. *Journal Of The Optical Society Of America A-Optics Image Science And Vision*, 26(1),147-155.
- Castañeda, R.; Betancur, R. & Hincapie, D. (2008), Holographic features of spatial coherence wavelets. *Journal Of The Optical Society Of America A-Optics Image Science And Vision*, 25(8), 1894-1901.
- Castañeda, R.; Betancur, R. & Restrepo, J. (2008), Interference in phase-space. *Journal Of The Optical Society Of America A-Optics Image Science And Vision*, 25(10), 2518-2527.
- Castañeda, R.; Brand, F. & Garcia, J. (2003), Quality descriptors of optical beams based on centred reduced moments I: spot analysis. *Optics Communications*, 227(1), 37-48.
- Castañeda, R.; Brand, F. & Garcia, J. (2004), Quality descriptors of optical beams based on centred reduced moments II: retrieving of the complex degree of spatial coherence through the spot moments. *Optics Communications*, 238(1), 191-200.
- Castañeda, R.; Canas, G. & Vinck, H. (2012), Analogies between classical scalar wave fields in any state of spatial coherence and some quantum states of light. *Journal Of The Optical Society Of America A-Optics Image Science And Vision*, 29(4), 463-472.
- Castañeda, R. & Carrasquilla, J. (2008), Spatial coherence wavelets and phase-space representation of diffraction. *Applied Optics*, 47(22), E76-E87.
- Castañeda, R.; Carrasquilla, J. & Garcia, J. (2005), Quality descriptors of optical beams based on centred reduced moments III: Spot moments based method for laser characterization. *Optics Communications*, 248(1), 509-519.
- Castañeda, R.; Carrasquilla, J. & Garcia, J. (2006), Young's experiment with electromagnetic spatial coherence wavelets. *Journal Of The Optical Society Of America A-Optics Image Science And Vision*, 23(10), 2519-2529.

- Castañeda, R.; Carrasquilla, J.; Shofield, M.; Beleggia, M; Garcia, J. & Matteucci, G. (2008), Retrieving the complex degree of spatial coherence of electron beams. *Optik*, 119(2), 127-133.
- Castañeda, R.; Carrasquilla, J. & Garcia, J. (2009), Definition and invariance properties of the complex degree of spatial coherence. *Journal Of The Optical Society Of America A-Optics Image Science And Vision*, 26(1), 2459-2465.
- Castañeda, R.; Carrasquilla, J.; Herrera, J. & Betancur, R. (2008), Phase-space representation and polarization domains of random electromagnetic fields. *Applied Optics*, 47(22), E27-E38.
- Castañeda, R.; Franco, R. & Vargas, D. (2013), Spatial coherence of light and a fundamental discontinuity of classical second-order wave-fronts. *Physica Scripta*, 88, 035401-035409.
- Castañeda, R. & Garcia, J. (2003), Classes of source pairs in interference and diffraction. *Optics Communications*, 226(1), 4555.
- Castañeda, R. & Garcia J. (2003), Full retrieving of the complex degree of spatial coherence: theoretical analysis. *Optics Communications*, 228(1), 9-19.
- Castañeda, R. & Garcia, J. (2005), Radiometry and spatial coherence wavelets. *Optics Communications*, 248(1), 147-165.
- Castañeda, R. & Garcia, J. (2006), Electromagnetic spatial coherence wavelets. *Journal Of The Optical Society Of America A-Optics Image Science And Vision*, 23(1), 81-90.
- Castañeda, R.; Herrera, J. & Carrasquilla, J. (2007), Radiometric análisis of diffraction of quasi-homogeneous optical fields. *Optics Communications*, 273(1), 8-20.
- Castañeda, R. & Kross, J. (1994), PSF measurements using an Airy pattern as test object. *Pure And Applied Optics*, 3(4), 259-268.
- Castañeda, R. & Mejia, Y. (2006), Autocorrelation-based reconstruction of two dimensional binary objects. *Optik*, 117(1), 58-66.
- Castañeda, R.; Muñoz, H. & Canas, G. (2011), The structured spatial coherence support. *Journal Of Modern Optics*, 58(11), 962-972.
- Castañeda, R.; Muñoz H.; Canas G. & Garcia, J. (2010), Radiant, virtual, and dual sources of optical fields in any state of spatial coherence. *Journal Of The Optical Society Of America A-Optics Image Science And Vision*, 27, 1322-1330.
- Castañeda, R.; Muñoz, H. & Garcia, J. (2010), Efficient numerical calculation of interference and diffraction of optical fields in any state of spatial coherence in the phase-space representation. *Applied Optics*, 49(31), 6063-6071.
- Castañeda, R.; Pelaez, A.; Abad, P. & Marquez, E. (2005), Centred Reduced Moments and Associate Density Functions applied to Alkaline Comet Assay. *Journal Of Biomedical Optics*, 10(3), 3400-3408.
- Castañeda, R. & Restrepo, A. (2007), Compression of color images using a hologram of gray tones. *Proceedings Of Spie, The International Society For Optical Engineering*, 6493, 4931I-49317.
- Castañeda, R. & Restrepo, A. (2007), Colour image compression in gray-tone synthetic holograms. *Journal Of Holography And Speckle*, 4(1), 1-10.

- Castañeda, R.; Usuga, M. & Herrera, J. (2007); Experimental evidence of the spatial coherence moiré and the filtering of classes of radiator pairs. *Applied Optics*, 46(22), 5321-5328.
- Castañeda, R.; Vargas, D. & Franco, R. (2013), Discreteness of the set of radiant point sources: a physical feature of the second-order wave-fronts. *Optics Express*, 21(11), 12964-12975.
- García, J.; Herrera, J. & Castañeda, R. (2006), Incoherent recovering of the spatial resolution in digital holography. *Optics Communications*, 260(1), 62-67.
- García, J. & Castañeda, R. (2011), Non-approximated numerical modeling of propagation of light in any state of spatial coherence. *Optics Express*, 19(25), 25022-25034.
- Khmaladze, A.; Restrepo, A.; Kim, M.; Castañeda, R. & Blandon, A. (2008), Simultaneous dual-wavelength reflection digital holography applied to the study of the porous coal samples. *Applied Optics*, 47(21), 1-8.
- Matteucci, G.; Castañeda, R.; Serna, S.; Medina, F. & García, J. (2010), Discovering the puzzling behaviour of electrons with the Grimaldi-Young experiment. *European Journal Of Physics*, 31, 347-356.
- Medina, F.; García, J.; Castañeda, R. & Matteucci G. (2004), Angular criterion to distinguish between Fraunhofer and Fresnel diffraction. *Optik*, 115(11), 547-552.
- Migliori, A.; Medina, F.; Castañeda, R. & Matteucci, G. (2009), An experiment on the particle-wave nature of electrons. *European Journal Of Physics*, 30, 217-226.
- Muñoz, H. & Castañeda, R. (2013), Phase-space non-paraxial propagation modes of optical fields in any state of spatial coherence. *Optics Express*, 21(9), 1127611293.
- Pelaez, A.; Pareja, A.; García, C.; Marquez, M.; Toro, A.; Castañeda, R. & Abad, P. (2005), Genotoxicity Effects of Ceramic Coatings Applied on Metallic Substrates Using Single Cell Gel Electrophoresis Assay In Vitro. *Key Engineering Materials*, 284, 593-596.
- Restrepo, A.; Herrera, J.; Castañeda, R.; Mann, C. & Kim, C. (2006), Transmission digital holography microscopy applied to the study of coal palynofacies. *Spie Proceedings*, 6292, 19.