



Colaboración e interdisciplina, la carrera académica de la doctora Mercedes Rodríguez Villafuerte en el Instituto de Física

María Josefa Santos-Corral*

*Universidad Nacional Autónoma de
México, Ciudad de México, México.
Contacto: mjsantos@sociales.unam.mx

La doctora Mercedes Rodríguez Villafuerte cursó la Licenciatura en Física en la Facultad de Ciencias de la UNAM, la Maestría en Física de Radiaciones en el Queen Mary College y el Doctorado en Física de Radiaciones en el Departamento de Física Médica e Ingeniería Biomédica del University College London, de la Universidad de Londres.

En 1994 ingresó al Instituto de Física de la UNAM, donde aborda los temas de formación de imágenes, simulaciones Monte Carlo del transporte de radiación en Medicina y la dosimetría de la radiación, en los que ha publicado más de 50 artículos arbitrados, coordinado tres libros y numerosos trabajos de divulgación. Además, desde la creación de la Maestría en Física Médica del Posgrado en Ciencias Físicas de la UNAM, participa como profesora y directora de tesis (26 de estas últimas concluidas). Ha sido también evaluadora de distintos proyectos académicos y ha coadyuvado en la organización de eventos científicos nacionales e internacionales. A finales de mayo de 2023 fue nombrada directora del Instituto de Física (IF) de la UNAM.

¿Cómo descubre su vocación por la investigación?, y en particular, ¿cómo se decanta por la Física Médica?



Desde la licenciatura tuve interés en la Física aplicada a la Medicina. Cuando cursé la materia de Física Moderna, más o menos a la mitad de la carrera, me di cuenta de que las aplicaciones a la salud podrían ser realmente fascinantes. Me imaginaba el modo de obtener imágenes nítidas del interior del ser humano con mucho detalle,

en las que no se requiriera una intervención quirúrgica. Me encantaba pensar que con lo que llamamos rayos X podríamos visualizar la estructura de nuestro cuerpo sin que fuera invadido.

Creo que este concepto de contar con equipos muy sofisticados, con tubos de rayos X que giraban alrededor del paciente y cuyos datos se analizaban con métodos matemáticos fue lo primero que me impactó en mi carrera. Quise entonces aprender sobre estas aplicaciones que permiten no solamente utilizar las técnicas de una manera segura con los pacientes, sino también la posibilidad de optimizarlas con la finalidad de que el diagnóstico médico y el tratamiento de enfermedades sean más seguros, y con ello brindar información que permita hacer un mejor diagnóstico y un tratamiento más asertivo.

Al principio no tenía una idea clara de hacia dónde dirigirme, pero el tema me interesaba mucho, pues este tipo de aplicaciones son extremadamente útiles, no solamente desde el punto de vista científico, sino que, en países en desarrollo como México, son necesarios los profesionistas formados en Física Médica en los hospitales en la mejora a la atención a los pacientes.

Decantarme por esta área se debió también a la influencia de una excelente profesora que tuve en mi curso de Física Moderna en la Facultad de Ciencias e investigadora del Instituto de Física, propuso crear una Maestría en Física Médica en la UNAM, la primera en el país; mientras ella reunía al grupo de académicos (entre ellos médicos) justificando la importancia de un posgrado de ese tipo en México, y para delinear el plan de estudios, yo cursaba mi posgrado en la Universidad de Londres en el mismo tema. A mi regreso, de manera natural, colaboré en la maestría recién creada, siendo tutora y directora de tesis. He formado parte de la maestría desde sus inicios, y creo además que esa es una de mis contribuciones más satisfactorias.



¿Qué retos supone trabajar en Física Médica con comunidades interdisciplinarias?



Al principio de mi carrera la participación de físicos con preparación a nivel de posgrado en el área médica en México era extremadamente escasa. Esto comenzó con la incursión de estos especialistas en los hospitales, personas que obtenían una licenciatura y posteriormente aprendían Física Médica en el lugar donde laboraban. Aprendían haciendo.

Por otro lado, en el IF la comunidad aborda tanto Física teórica como experimental, aunque típicamente alrededor de conceptos fundamentales; así ha sido durante 85 años, desde que se creó. De tal manera que hay una fuertísima tradición alrededor de éstos. En las últimas dos décadas lo anterior ha cambiado un poco y se han realizado estudios interdisciplinarios, aunque todavía es difícil convencer a la comunidad sobre la necesidad de este tipo de trabajos y de sus beneficios. Por ejemplo, actualmente podemos hablar de artículos sobre el Sida, donde se involucran físicos, matemáticos y, por supuesto, médicos; cada uno aporta dentro de su área para realizar un proyecto interdisciplinario. Hoy en día es más común, pero ha sido difícil y todavía nos falta avanzar en esa dirección. Por otro lado, en gestiones anteriores, con la renovación de la planta académica del Instituto (actualmente 30% del personal académico son jóvenes), se ha incorporado la interdisciplina como forma de colaboración, lo que requiere de nuevas habilidades de colaboración con distintos grupos.

Creo entonces que el Instituto ha evolucionado de una manera muy interesante, involucrándonos en temas actuales desde la interdisciplina y desde



la aplicación, sin dejar de realizar ciencia básica. Lo anterior involucra necesariamente tener colegas en otros espacios que permitan conjuntar diferentes visiones científicas con un objetivo común.



¿Cómo se arma un equipo y la infraestructura para investigación aplicada en un instituto de Física?



A mi regreso a México, después de concluir mi doctorado, me vi en la necesidad de cambiar ligeramente la línea de estudio hacia la dosimetría de iones pesados, que constituyó la primera parte de mi carrera académica, la cual se relaciona con Física básica experimental con haces de iones producidos en un acelerador de partículas.

De manera paralela inicié mi contribución en la Maestría de Física Médica y comencé a colaborar con médicos en hospitales, lo que me permitió desarrollar proyectos cuyo objetivo es resolver problemas específicos. Así comencé a dirigir tesis en la maestría. Ahora que lo veo en retrospectiva, fue muy interesante el resolver problemas prácticos con incidencia directa en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades; creo que he hecho las cosas bien y en ese sentido me siento muy satisfecha.



¿Cuáles son las principales contribuciones de su trabajo en Física Médica?



Tuve dos contribuciones importantes. Cuando empecé a hacer dosimetría de iones pesados, mi contribución fue entender el comportamiento de los dosímetros termoluminiscentes, lo que esen-



cialmente es Física básica en dosimetría termoluminiscente y en la irradiación con iones pesados. Eso implicó un avance a nivel internacional en la comprensión de la respuesta de estos dosímetros. En una segunda parte de mi carrera académica contribuí en la formación de profesionistas en el área de Física Médica que tuvieron la posibilidad de laborar directamente en los hospitales, y con ello favorecer la generación de mejores diagnósticos y tratamientos de enfermedades.

También formé un grupo de trabajo en el que tuvimos la visión de iniciar un laboratorio de instrumentación científica y con relativamente pocos recursos. Así, en el laboratorio que creamos desde cero se pueden construir, diseñar y optimizar equipos capaces de formar imágenes con radiación ionizante, en particular de objetos pequeños (animales y muestras de laboratorio). En este espacio tenemos la posibilidad de obtener imágenes tomográficas de roedores, similares a las que se hacen para seres humanos. La creación del laboratorio implicó no solamente ensamblar los equipos y optimizarlos, también el desarrollo de todos los algoritmos y técnicas matemáticas alrededor del procesamiento de datos y de la reconstrucción de imágenes tomográficas.

En México, donde la dependencia tecnológica es fuertísima, nuestro laboratorio constituye un espacio en el que muchos alumnos participan y se involucran en proyectos, meten las manos y construyen cosas. Al egresar pueden ejercer en una universidad o en un hospital, pues adquieren conocimientos básicos sobre la producción de imágenes tomográficas y por lo tanto contribuyen, por ejemplo, en el mejoramiento de las técnicas aplicadas. Además, una buena parte ellos deciden continuar con sus estudios de doctorado, lo que es un círculo virtuoso. Se emocionan tanto con sus proyectos en la maestría, que continúan cursando el doctorado y después se incorporan a la vida laboral siendo investigadores o colaboran en grandes empresas que desarrollan equipos médicos de vanguardia.



¿Hasta dónde sus trabajos sobre dosimetría de la radiación han sido retomados en la atención de pacientes, o para afinar instrumentos y prácticas de los radiólogos?



En específico, voy a mencionar dos proyectos. El primero está vinculado con una técnica que se llama braquiterapia, en la que se insertan fuentes radioactivas al paciente y se utilizan como tratamiento. Cuando se manejan estas radiaciones ionizantes de una forma adecuada, con mucho cuidado y cálculos muy precisos, se puede tratar el cáncer, por ejemplo. Existe una técnica en la que, en lugar de utilizar una fuente radioactiva, se usa un pequeño tubo de rayos X que se diseña de una manera muy particular.

Para que se entienda mejor voy a dar un ejemplo relacionado con el cáncer de mama. Existen casos en que se tiene un tumor que está muy bien localizado en la mama y los médicos, después de varios análisis, deciden extirparlo mediante cirugía. Entonces, con el propósito de aumentar las probabilidades de que no queden células malignas, al final de la cirugía se coloca un tubo de rayos X en el lecho tumoral durante unos cuantos minutos, de este modo se asegura que el espacio que quedó después de haber extirpado el tumor quede libre de células malignas. Es un método complementario a la cirugía. Lo que nosotros hacemos con el fin de mejorar ese procedimiento es realizar estudios de dosimetría que verificarán que, efectivamente, las dosis que se están aplicando a la paciente sean correctas. Ese es uno de los proyectos que tenemos en curso.



El segundo proyecto está relacionado con la formación de imágenes, donde contribuyo en mi área, la Medicina nuclear, en especial la tomografía por emisión de positrones, es decir, un positrón es la antipartícula del electrón. Lo que se hace en este tipo de tomografía es que se inyecta al paciente un radiofármaco marcado con emisores de positrones específico para el problema que se desea atacar. Los positrones se aniquilan al encontrarse con los electrones de los tejidos, así que toda la masa se convierte en energía y se emiten dos fotones que se propagan y eventualmente salen del cuerpo. Estos fotones salen con direcciones opuestas y con una energía muy específica. Nosotros no solamente hemos diseñado estos sistemas de tomografía por emisión de positrones a una escala pequeña, también hemos analizado los diferentes efectos físicos (absorción y dispersión) que ocurren den-

tro del cuerpo humano. Estos procesos afectarían la calidad de las imágenes que se obtienen en un determinado estudio.

Lo más interesante que puedo mencionar en este momento es que estoy trabajando con un colega del Instituto, un joven, en el diseño y construcción de un mastógrafo por emisión de positrones, que en concepto es similar a un equipo de mamografía con rayos X, con la diferencia que a la paciente se le suministra una sustancia radioactiva que ayuda a obtener información metabólica. La técnica involucra posicionar la mama de la paciente entre dos placas de detectores, las cuales la comprimen ligeramente, así, los fotones que se producen debido a la aniquilación electrón-positrón salen de la mama y son registrados en los detectores. A partir de eso podemos obtener imágenes de la actividad molecular.



Esto es lo último que hemos estado diseñando y construyendo en el laboratorio. Lo que he hecho yo en particular, junto con mis alumnos, es tratar de identificar los efectos de absorción y dispersión relacionados con estos fotones y determinar de qué manera afectan a las imágenes que estamos consiguiendo.

¿Al ser mujer, qué retos supone trabajar y ahora dirigir un instituto como el de Física, donde los académicos mayoritariamente son varones?



Solamente 20% de la planta académica del Instituto somos mujeres. Eso ha ido cambiando en los últimos años, aunque sigue habiendo menos mujeres que hombres en la licenciatura, lo mismo a nivel posgrado, lo cual implica muchos retos. En lo personal sería deseable poder incorporar más académicas al IF.

En cuanto a ser directora, puedo decir que nuestro Instituto es muy grande, somos alrededor de 112 investigadores e investigadoras, ubicados en ocho departamentos y abordando un espectro amplísimo de líneas de estudio. Atender todas las necesidades es un gran reto porque, lamentablemente, el financiamiento en los últimos años ha disminuido. Aproximadamente 50% de la comunidad de investigadores se ocupa en proyectos de Física teórica y el otro 50% en experimental. Las necesidades de realizar la segunda son más amplias, no sólo se requiere de apoyo técnico especializado, sino de más espacios y financiamiento que ayude a la com-

pra de equipo científico. Estamos en una época difícil y tenemos que identificar la forma de acercarnos a otros sectores con el objetivo de aumentar el financiamiento.

También tenemos que determinar cómo crecerá el Instituto de una manera ordenada, que permita potenciar trabajos en áreas emergentes de la Física. Podría ser muy relevante tratar de incorporar a nuestra planta académica gente que se especialice en aplicaciones de inteligencia artificial en diferentes áreas de ésta. O bien, por ejemplo, el cómputo cuántico podría ser una de ellas, otra las nanociencias, no sólo al nivel de Física fundamental, sino en sus aplicaciones que son múltiples y muy variadas, por ejemplo, en energía o medicina. Existe un potencial enorme en nuestra comunidad para hacer nueva Física, abrir nuevas áreas que nos permitan avanzar al mismo nivel que en otras partes del mundo. Así, por una parte, hay que consolidar lo que ya tenemos, pero al mismo tiempo ver hacia un futuro cercano que nos permita expandir nuestras líneas de investigación.



¿Qué le ha dado la UNAM a la doctora Rodríguez y qué le ha dado usted a la UNAM?



A mí la UNAM me ha dado todo. Ahí he sido muy feliz como persona, como académica. He recibido muchas cosas, todas ellas muy buenas; todo lo que tengo es gracias a la UNAM. En parte fue por eso que me postulé a la dirección del Instituto, porque pienso que es una forma de retribuirle. La UNAM me ha permitido crecer y realizar trabajos que hubiera sido muy difícil llevar a cabo. Aprecio esa libertad de investigación, de formación de recursos humanos y de docencia.

Hasta hace poco mi modo de corresponder había sido a través de la investigación y la formación de recursos humanos, pero justamente ahora que estoy en la dirección tengo la posibilidad de identificar y promover la interdisciplina, sin duda un camino interesante hacia los nuevos derroteros del Instituto de Física.

Muchas gracias por la entrevista doctora Rodríguez.



Descarga aquí nuestra versión digital.

