

Muchísimas gracias al Excelentísimo Señor Rector Magnífico, a mis compañeros y amigos. Me siento profundamente honrada y agradecida por este gran honor de recibir un Doctorado Honoris Causa de la Universidad de Salamanca. Este reconocimiento es especialmente importante para mí por tres motivos.

En primer lugar, por las **personas** –los científicos de todas las edades– implicadas. Ha sido realmente un privilegio para Henry Kapteyn (mi marido y compañero en la ciencia) y para mí disfrutar de una apasionante colaboración durante una década con los grupos de los profesores Luis Plaja y Carlos Hernández-García y sus compañeros del Grupo de Investigación en Aplicaciones del Láser y Fotónica en Física Aplicada y Tecnología. Empezamos a colaborar con Luis y su equipo en 2010, y quedamos muy agradecidos e impresionados porque se trataba de uno de los pocos grupos teóricos del mundo que tenía un profundo conocimiento tanto de la ciencia óptica y láser como de la mecánica cuántica y la física atómica. Todo ello complementaba los conocimientos experimentales que Henry y yo habíamos desarrollado durante décadas en el ámbito de la ciencia de los láseres ultrarrápidos y los rayos X. Entonces tuvimos la maravillosa oportunidad de visitar la Universidad de Salamanca para formar parte del tribunal de tesis del Dr. Carlos Hernández-García y celebrarlo con Luis y la familia de Carlos. Esta colaboración se ha mantenido fuerte a lo largo del tiempo y ha permitido la realización de las tesis doctorales e investigaciones postdoctorales de un maravilloso grupo de estudiantes tanto de la Universidad de Salamanca como de la Universidad de Colorado Boulder que están prosperando en sus carreras –Laura, Kevin, Nathan, Bin, Alba, Tenio, Ming-Chan, Paul, Ben, Dimitar, Jennifer, Dan, Franklin, Chris, Tingting, Cong, Zhensheng, Iona y otros.

En segundo lugar, este Doctorado Honoris Causa significa mucho para mí por el **viaje** que representa para mí y para los demás. Durante mi infancia en la Irlanda rural, nadie en mi familia había estudiado en la universidad. Así que nunca imaginé que iría a la universidad, y mucho menos que estaría hoy aquí con ustedes. Afortunadamente, con la ayuda y el apoyo de mi familia, mi compañero Henry Kapteyn y mis amigos, he podido desarrollar una vida increíble como científica y ofrecer esa misma oportunidad a mis propios alumnos. Además, he sentido una gran alegría y satisfacción al ayudar a otros a perseguir sus sueños. Esta oportunidad fue posible gracias a una estrategia nacional que valoraba la educación y el conocimiento. A principios de los años 60 en Irlanda, cuando yo era pequeña, muy poca gente tenía la oportunidad de ir a la universidad. Por suerte, Irlanda invirtió en sus universidades: se crearon más plazas para estudiar carreras y potenciar la investigación. Así que formé parte de una primera cohorte más amplia que tuvo la oportunidad de estudiar en la universidad, que constituía aproximadamente el 10% de estudiantes cuando yo estaba en el instituto. Pero, afortunadamente, hoy en día son muchos más. Mi padre era maestro y dio clase a 40 niños de seis años cada año durante 40 años. Su sueño era estudiar botánica en la universidad, pero nunca tuvo la oportunidad. Cada tarde, cuando mi padre volvía a casa, me daba un acertijo matemático y, si lo resolvía, me daba Coca-Cola o chocolate, lo cual me encantaba. Como mi padre había enseñado a niños de seis años durante muchos años, sabía exactamente cómo funcionaba el cerebro de los más pequeños. De modo que, si asocias algo positivo con la resolución de rompecabezas, conseguirás que los niños quieran hacerlo el resto de su vida. Ayuda a que la gente sea feliz haciendo algo útil que le guste. Esto me sirvió de preparación para los numerosos rompecabezas de física que más tarde tuve que resolver con otros compañeros.

En tercer lugar, este Doctorado Honoris Causa es muy importante para mí por la hermosa y asombrosa nueva **ciencia** que hemos descubierto juntos. La Física era mi peor asignatura en el instituto: podía sacar sobresaliente en casi todas las demás asignaturas excepto en Física, pero

me encantaba la Física. Como estudiante de doctorado, mi trabajo de tesis demostró el pulso de rayos X más corto de la época, que era de 1ps o una millonésima de millonésima de segundo, utilizando un láser para crear el equivalente a una bombilla de rayos X. Afortunadamente, el láser ultrarrápido y la ciencia de los rayos X experimentaron una revolución a finales de los años 80 y principios de los 90. Haciendo una analogía con el sonido, si se puntea suavemente una cuerda de guitarra o violín, se escuchan el tono fundamental. A medida que se puntea con más fuerza, se escuchan además los armónicos superiores, y si se puntea la cuerda aún mucho más fuerte, la cuerda se rompe. Así que resulta que un pulso muy corto de luz puede arrancar un electrón de un átomo de forma muy brusca. Y aunque esto rompe o ioniza el átomo, mientras se está deshaciendo, el átomo emite armónicos extremadamente altos de luz –hasta de orden 5000, lo cual es un récord para cualquier proceso. Como consecuencia, los investigadores, y nuestros estudiantes actuales, tienen ahora la capacidad de hacer mediciones con una precisión de attosegundos (10^{-18} s), o una millonésima de billonésima de segundo. Este enfoque también tiene grandes ventajas sobre las fuentes de rayos X tipo bombilla que demostré en mi tesis doctoral, porque los pulsos de alto armónico son más cortos y los haces están dirigidos. Pero lo más emocionante es que ahora podemos esculpir un pulso láser ultrarrápido para crear haces de rayos X de diseño con colores y formas de diseño, para fines específicos en ciencia y tecnología. O, como le gusta decir a Carlos, imaginemos el láser como un director de orquesta cuántico que dirige miles de millones de átomos para que brillen juntos y creen haces de rayos X brillantes y dirigidos.

Me gustaría finalizar compartiendo un futuro muy brillante para este campo de investigación. En ciencia, con nuestros colaboradores, ahora podemos utilizar haces de rayos X ultrarrápidos para ver cómo el calor circula en los semiconductores a nanoescala, lo que no se ajusta a nuestra intuición en el mundo macroscópico. Por ejemplo, si se juntan los puntos calientes a nanoescala, se enfrían más rápido que si están separados. Los nuevos conocimientos y modelos que estamos descubriendo pueden ayudar a los ingenieros a desarrollar estructuras para enfriar mejor los cada vez más potentes nanodispositivos.

Otro gran ejemplo es el de los microscopios de rayos X, que existen desde hace 60 años. Sin embargo, siempre han estado limitados por difracción aproximadamente 10 veces (o 10 veces más borrosos que la longitud de onda de la luz), ya que no se puede fabricar una lente de rayos X perfecta para enfocar la luz. Los microscopios basados en luz visible pueden alcanzar una resolución de la mitad de su longitud de onda de iluminación o incluso menor, porque se dispone de lentes realmente buenas en esta zona. Por lo tanto, aunque los rayos X presentan longitudes de onda mucho más cortas, no era posible aprovechar esta propiedad. Sin embargo, ahora que podemos fabricar haces de longitud de onda corta similares a los láseres (coherentes), podemos superar este límite desechando la lente. En su lugar, utilizamos un algoritmo para extraer la imagen de la luz dispersada por un objeto, lo que ha permitido a nuestros estudiantes construir el primer microscopio de rayos X perfecto. Así, podemos obtener imágenes con resoluciones espaciales determinadas únicamente por la longitud de onda de la luz iluminadora. En la actualidad, los laboratorios nacionales y la industria de semiconductores utilizan estas tecnologías para la investigación y el desarrollo de materiales avanzados.

Para concluir, acepto con orgullo y humildad este Doctorado Honoris Causa que tan generosamente me ha otorgado la Universidad de Salamanca.

Muchas gracias.