

**Susana Marcos. La investigadora, física y científica dirige con gran éxito el Laboratorio de Óptica Visual y Biofotónica (VioBio Lab, Instituto de Óptica, CSIC) que son una fuente incansable de avances en oftalmología.**

## *“Es necesario un mayor acercamiento entre la ciencia del laboratorio y la industria, y la creación de ecosistemas que favorezcan la innovación”*

### **¿Por qué elegiste dedicarte a la investigación en Óptica?**

La asignatura de óptica me fascinó en la carrera de Ciencias Físicas. Por un lado, por el hecho de conjugar muchas áreas de la física, por otro lado, por la cantidad de posibles aplicaciones de la óptica y la fotónica.

### **¿En qué se centran los trabajos actuales del VioBio Lab, tu grupo de investigación en el Instituto de Óptica?**

En nuestro laboratorio desarrollamos técnicas ópticas y fotónicas para la evaluación de los mecanismos de la visión, nuevas tecnologías diagnósticas en oftalmología y nuevos métodos de corrección ocular. Por ejemplo desarrollamos técnicas de alta resolución de imagen cuantitativa en el ojo, con las que investigamos las propiedades ópticas y estructurales de la cornea y cristalino, y que aplicamos, por ejemplo, a la selección de la mejor lente intraocular en cirugía de cataratas o a la evaluación de tratamientos corneales. Aplicando técnicas de óptica adaptativa que nos permiten manipular la óptica ocular, somos capaces de comprender el impacto de las imperfecciones ópticas en visión y simular distintas correcciones oculares, antes incluso de que éstas se fabriquen o de que se implanten en el paciente. Toda esta tecnología nos permite diseñar nuevas correcciones incorporando el conocimiento de los componentes naturales del ojo y efectos neuronales.

### **¿Cuántas personas conforman el grupo?**

El Laboratorio de Óptica Visual y Biofotónica lo conforman más de 20 personas. Es un equipo tremendamente multidisciplinar, de físicos, ópticos, ingenieros biomédicos, mecánicos y de telecomunicaciones, químicos, médicos, optometristas.



### **¿Es posible retener el talento en España?**

En nuestro grupo intentamos retener y atraer talento, de todas partes del mundo. Hay miembros del equipo procedentes de USA, China, Colombia, India, varios países europeos, y visitantes frecuentes de Australia, Japón, Singapur. La financiación a través de un Proyecto importante del European Research Council, varios proyectos Marie Curie y contratos de colaboración industrial nos ayuda a poder reclutar talento. Pero es cierto que hacen falta más decisión a nivel nacional para programas de atracción de talento, y una apuesta institucional por facilitar la gestión administrativa de los contratos y promoción de carreras de investigación.

**Háblanos de SimVis, la nueva tecnología que ha dado lugar a la creación de vuestra reciente spin-off 2EyesVISION, ¿A qué mercado se dirige y qué**

---

**“En 2EyesVision hemos desarrollado un simulador visual ligero y portátil que permite al paciente experimentar la visión con lentes multifocales antes de la cirugía.”**

---

### **factores clave diferencian a esta tecnología respecto a la existente?**

SimVis es un simulador visual de lentes multifocales. A partir de los 45 años, el cristalino del ojo pierde la capacidad de acomodar objetos lejanos y cercanos (es lo que se conoce como presbicia).

Una de las alternativas para la corrección de la presbicia son las lentes multifocales, en forma de lentes de contacto, lentes intraoculares, o correcciones quirúrgicas en la cornea.

Estas correcciones proyectan en la retina simultáneamente una imagen enfocada y una imagen desenfocada, correspondientes a un foco de lejos y cerca. Es muy difícil imaginar cómo se ve el mundo con lentes multifocales. SimVis proporciona al paciente la imagen del mundo a través de lentes multifocales existentes en el mercado, programadas en una lente sintonizable que simula la lente multifocal sobre el ojo del paciente. El sistema es un visor binocular, muy ligero (entorno a 400 gramos), parecido a unas gafas de realidad virtual, controlado remotamente por el clínico, y permite hacer pruebas visuales cambiando rápidamente entre diseños de lentes. Al ser binocular permite simular distintas lentes en cada ojo (por ejemplo una corrección de lejos en un ojo y otra para cerca en otro, lo que se conoce como monovisión), o dos lentes multifocales distintas (monovisión modificada), extendiendo las posibilidades de simulación de correcciones reales en clínica. Los simuladores visuales en laboratorios experimentales y en el mercado están basados en óptica adaptativa, haciendo los complejos, pesados (en torno a 25 kg), y proyectan estímulos de un campo visual reducido (2 grados). SimVis es el primer simulador visual “wearable” y “see-through” (campos visuales de 20 grados), de fácil manejo para el oftalmólogo o el optometrista, que es el mercado al que se dirige.

La tecnología SimVis está protegida por 3 patentes, la primera ya concedida en varios países. 2Eyes Vision se fundó desde VioBio Lab con el fin de comercializar la tecnología SimVis, y ha licenciado al CSIC dichas patentes.

### **¿En qué fase de desarrollo de negocio se encuentra en estos momentos 2Eyes VISION?**

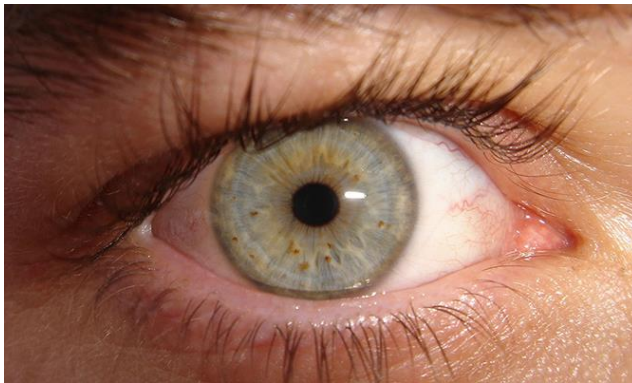
2EyesVision dispone ya de un prototipo funcional de SimVis, y ha desarrollado estudios que demuestran la capacidad de la tecnología de representar de manera fiel distintas lentes intraoculares del mercado.

Ahora está lanzando estudios clínicos sobre pacientes para probar su valor comercial. Para el desarrollo de negocio y el desarrollo tecnológico, hemos conseguido varios proyectos públicos, incluyendo un ERC Proof of Concept, un Accelerator Grant del European Institute of Technology y financiación para recursos humanos de H2020 (SME Innovation Associate) y el gobierno de España (Torres Quevedo y Doctorado Industrial). La tecnología ha despertado enorme interés entre los clínicos, y los fabricantes de lentes intraoculares y lentes de contacto multifocales, con los que se están alcanzando acuerdos estratégicos.

**Llevas años investigando sobre la presbicia y el uso de lentes intraoculares para paliar sus efectos. En una población cada vez más envejecida como la nuestra, ¿contamos ya con una solución única y definitiva para los problemas del cristalino: presbicia, cataratas... ?**

Las lentes intraoculares han avanzado tremendamente en los últimos años. El objetivo de las primeras lentes intraoculares era solucionar la pérdida de transparencia del cristalino del ojo. Actualmente las lentes intraoculares no solo tienen un efecto refractivo (eliminan la dependencia de gafas en lejos), sino que además el diseño esférico de sus superficies permiten mejorar la calidad óptica a niveles del ojo joven. Sin embargo, no existen soluciones totalmente satisfactorias a la presbicia. Las lentes multifocales no devuelven la capacidad del ojo joven de acomodar. La solución ideal sería una lente capaz de acomodar dinámicamente a distancias lejanas y cercanas. Aunque hay algunas propuestas, un lente acomodativa en el mercado aprobada por la FDA, no se ha probado que realmente acomode. El desarrollo de una lente acomodativa es el objetivo a largo plazo de uno de los proyectos más importantes del grupo (ERC Advanced Grant Presbyopia).

Hemos desarrollado y patentado un nuevo concepto de lente acomodativa, capaz de cambiar la forma de su superficies (como el cristalino del ojo) y de transmitir las fuerzas del músculo ciliar gracias a una técnica de pegado activado por luz (que permite anclar los hápticos de la lente a la región ecuatorial del saco capsular). Hemos evaluado los primeros prototipos experimentales de la lente, y demostrado el fotopgado por luz intraocularmente.



**Las soluciones a los problemas oculares (miopía, presbicia, cataratas...) suelen ser reactivas, ¿no se conoce suficientemente el ojo para proponer soluciones preventivas y evitar que esas deficiencias oculares se produzcan?**

Es cierto. La prevención y la corrección de condiciones oculares, como la miopía, requieren un conocimiento de los mecanismos de su desarrollo. A pesar de muchos años de investigación, aún no se conocen las causas del desarrollo de la miopía, aunque parece cada vez más claro que condiciones ambientales (baja exposición a la luz natural en ambientes exteriores; realización de trabajo cercano) están detrás del incremento de la prevalencia de la miopía. En un Proyecto Marie Curie MyFun, investigamos las causas fundamentales del desarrollo de miopía, que pueden conducir a recomendaciones de la salud pública para frenar la progresión de la miopía. La presbicia y la catarata forman parte del proceso natural del envejecimiento. Evitar efectos oxidativos (gafas de sol) parecen retrasar procesos de opacificación en el cristalino,

pero no se ha encontrado ninguna alternativa eficiente para frenar o revertir la presbicia o las cataratas.

**Parece que el campo de la óptica tiene un gran reto por delante dado el uso continuo y creciente de pantallas en nuestra vida diaria. ¿Crees que la población joven y los niños tendrán un envejecimiento prematuro del cristalino debido a una mayor prolongación de la acomodación del ojo con**

**las tecnologías? ¿Qué consejos nos das para paliar sus efectos?**

Realmente no hay estudios que avalen que el uso de la acomodación acelere el efecto de la presbicia, o ni siquiera que el uso de pantallas tenga un impacto negativo sobre la retina. Si que es cierto que en las últimas décadas, probablemente asociado a un incremento de las tareas cercanas o la disminución de horas al aire libre, se ha producido un incremento de la miopía. Esta ha adquirido proporciones de problema de salud pública en varias zonas urbanas del sudeste asiático, como Singapur o Hong Kong, donde el 90% de la población es miope. Como consecuencia de varias investigaciones que demuestran la correlación entre la prevalencia de miopía y las horas en espacios cerrados, empiezan a proponerse consejos sobre la iluminación en las escuelas, o los periodos de tiempo al exterior. Sin duda, un mayor conocimiento de las causas ópticas, bioquímicas y medioambientales de la miopía redundará en una mejor gestión del

problema y consejos a la población.

**En los estudios que has llevado a cabo, has constatado que la propia experiencia visual determina lo que vemos, es decir, que existen diferencias entre la imagen óptica que se proyecta en la retina y lo realmente vemos. ¿Cómo afecta esta característica humana en el reconocimiento visual realizado mediante inteligencia artificial? ¿Marcará limitaciones en su aplicación?**

Precisamente utilizando óptica adaptativa hemos podido realizar experimentos en que hacemos ver a un paciente con la óptica de otro, o alteramos artificialmente sus imperfecciones ópticas, bien aumentándolas o corrigiéndolas totalmente. Los estudios demuestran que estamos adaptados a nuestras propias imperfecciones, y también que podemos adaptarnos a nuevas experiencias visuales, por un proceso de recalibración neuronal. Este conocimiento tiene implicaciones muy prácticas en la prescripción de nuevas correcciones a pacientes, pero también en el desarrollo de modelos del sistema visual, para por ejemplo, sistemas de visión artificial inspirados en la visión humana.

---

**“Hace falta más decisión a nivel nacional para programas de atracción de talento”**

---

**Las nuevas tecnologías ópticas se mezclan con otras disciplinas (neurociencia, biomecánica, biología, etc.) para avanzar en el desarrollo humano. Pero también te hemos visto trasladar el conocimiento de la óptica al ámbito del estudio de la pintura. ¿Crees que hay un campo óptico aún por recorrer en este ámbito de las obras de arte?**

Si la visión es un campo fascinante en un cruce de

caminos entre muchas disciplinas. Si además pensamos que el 90% de la información que nos llega del mundo es visual, nos damos cuenta de la importancia de conocer, preservar y mejorar la visión. Por supuesto, un mayor conocimiento de la percepción visual puede dar al artista claves para modular la interacción de su obra con el observador.

### **¿Cómo definirías la situación de la óptica en España? ¿Qué le falta para ser una potencia reconocida?**

Creo que España, con varios centros importantes de investigación en óptica, esta bien reconocida en este campo en el exterior. Pero es cierto que a pesar del enorme dinamismo y excelente labor de investigadores del campo, no hay programas de financiación prioritarios en óptica, a diferencia de otras disciplinas. Sin duda, y dada no solo la magnífica producción científica en óptica en España, sino también por el enorme potencial de la óptica y la fotónica como tecnología habilitadora en las áreas más diversas y su tremendo impacto industrial, debería apoyarse de manera mucho más decidida con programas específicos de financiación.

**En tu labor investigadora siempre has buscado llegar**

### **al mercado con nuevos desarrollos patentados. En tu opinión, ¿Qué fórmulas ayudarían a potenciar y acelerar que las investigaciones lleguen al mercado?**

Creo que es necesario un mayor acercamiento entre la ciencia del laboratorio y la industria, y la creación de ecosistemas que favorezcan la innovación. Nosotros paten-

abogados de patentes, gestores de proyectos, desarrolladores de negocio y en general programas y estructuras que ayuden a los investigadores en la transferencia de sus resultados al mercado. En ese sentido creo que estructuras como SECPHO son fundamentales como puente entre los laboratorios de

cierto que al pasar del laboratorio a una compañía se encuentran necesidades de recursos que hay que buscar más allá de la zona en la que habitualmente se mueve el científico: diseño industrial, industrialización, procesos regulatorios, análisis de mercado, etc...

### **Acabas de ser distinguida con la Placa de Honor de la Asociación Española de Científicos. No es la primera ni será la última en una carrera plagada de reconocimientos y premios. ¿Qué representa esta última distinción para ti?**

La verdad es que cada premio es especial, y me siento muy honrada por la última concesión. Todos ellos son realmente un reconocimiento al trabajo del equipo, sin el cual los resultados no serían posibles. La Asociación Española de Científicos pone especial énfasis en la multidisciplinaria de la investigación y en el reconocimiento tanto de la labor investigadora como de la transferencia de conocimiento a la sociedad y el emprendimiento, valores con los que mi grupo se siente totalmente identificado.

**Y respecto al cluster... ¿Qué 3 palabras crees que describen mejor al cluster?** Sólo 3 palabras! Networking, oportunidad, colaboración.



Foto de grupo Laboratorio de Óptica Visual y Biofotónica (VioBio Lab)

tamos nuestros desarrollos y colaboramos con empresas porque la industria de la óptica oftálmica internacional conoce a fondo nuestro trabajo y percibe la innovación y potencial de nuestros resultados. Pero es necesario además el apoyo de expertos en propiedad intelectual,

investigación y la industria.

### **Para los que deseen emprender en el campo de la óptica, ¿cuáles les dirías que fuesen sus partners principales?**

Probablemente cada campo dentro de la óptica tendrá sus necesidades especiales. Es