

Investigación e innovación en tecnologías para el diagnóstico, evaluación, corrección y prevención de patologías del sistema visual

Motivación

La visión cumple un papel esencial para las personas, pues es la forma principal a partir de la cual obtenemos la mayoría de información en nuestro entorno. Sin embargo, actualmente se presentan retos importantes en términos de desarrollo de métodos y estrategias cada vez más eficientes que conlleven a una evaluación, corrección y mejoramiento de la calidad visual de las personas en todo el mundo. Estos esfuerzos se ven motivados a partir de realidades como las presentadas por diversos estudios y organizaciones que encuentran que los problemas visuales van en aumento. La Organización Mundial de la Salud (OMS), por ejemplo, prevé que aproximadamente un total de 2100 millones de personas padecerán de presbicia para el 2030, lo cual es alrededor del 25% de la población mundial, quienes en su mayoría también padecerán de algún grado de cataratas más adelante en su vida. Estas afectaciones no son exclusivas de las personas mayores, pues actualmente estamos viviendo una suerte de epidemia, debido al aumento alarmante de personas cada vez más jóvenes que padecen de miopía. De acuerdo también a la OMS, se estima que en el 2020 hay aproximadamente 2560 millones de personas miopes en el mundo y que en 30 años el 50% de la población mundial padecerá de esta patología.

La idea de mantener una buena calidad de vida durante la mayor parte de la vida adulta y la vejez no puede prescindir de la buena calidad visual; es por esto que cada vez son más los esfuerzos que se realizan para desarrollar técnicas fruto de investigaciones básicas y aplicadas, e innovaciones de software que permitan impactar positivamente la salud visual y su correcto diagnóstico, evaluación, corrección, y prevención de patologías del sistema visual, que finalmente conlleven al mejoramiento real de la calidad de vida.

Teniendo como motivación los aspectos anteriores, esta investigación se llevó a cabo con el objetivo de desarrollar métodos de evaluación, en conjunto con la aplicación y adaptación de nuevas tecnologías a las estrategias de corrección óptica, que permitan evidenciar un beneficio sobre la calidad visual, como efectivamente se puede resaltar en este resumen.

Esta investigación representa un estudio robusto y completo, abordado desde la investigación básica fundamental y aplicada, que busca mostrar cómo la relación luz-tecnología es vital para el entendimiento y aprovechamiento de los recursos tecnológicos actuales, con el fin de resolver problemas relacionados con la calidad óptica y visual del ser humano. La investigación

presentada se destaca por las contribuciones científicas y tecnológicas, plasmadas principalmente en el desarrollo de un sistema experimental robusto, basado en la manipulación de la luz a través de elementos ópticos, que permite el estudio dinámico y personalizado del ojo humano, y de los distintos factores que pueden afectar su funcionamiento. Además, la investigación presenta el desarrollo de metodologías y elementos ópticos que buscan la corrección de diversidad de patologías presentes en el ojo humano. Como resultados no solo se resalta la producción científica, que va desde la publicación de artículos, hasta el desarrollo de tesis de posgrado, pasando además por la participación en diversos congresos académicos, sino que además se destaca la componente de innovación tecnológica, a través de la obtención de una patente de invención, lo que demuestra el alcance en lo académico, en innovación, en aplicabilidad, y generación de servicios para beneficio de la comunidad.

Productos de la investigación:

Los resultados de la investigación son un sistema experimental de alto desarrollo tecnológico y de software, una patente de invención, y de un conjunto considerable de productos de investigación y académicos, constituido por: 8 artículos publicados en revistas internacionales de alto impacto, 5 proceedings y resúmenes en eventos científicos publicados en revistas internacionales indexadas de alto impacto, 6 participaciones en eventos científicos y académicos internacionales; 9 participaciones en eventos nacionales; y el desarrollo de una tesis de doctorado y otra de maestría. Los productos de esta investigación se describen a continuación.

Innovación (equipo experimental): El desarrollo de toda la investigación tiene su base en el diseño e implementación del sistema experimental creado por el Grupo de Óptica y Fotónica de la Universidad de Antioquia, en su línea de investigación en óptica visual. El dispositivo es un sistema experimental basado en elementos y sensores ópticos, la interacción y manipulación de la luz, y el desarrollo de software, en línea con la transición que Medellín lidera a nivel nacional hacia la industria 4.0 o cuarta revolución industrial. Este equipo experimental, permite hacer un estudio sobre la calidad óptica del ojo humano, evaluando las patologías visuales de una persona, con avances respecto a los equipos típicos usados en la práctica optométrica, ya que permite hacer un estudio personalizado que comprende tanto el diagnóstico, como la propuesta de la mejor corrección para el paciente, mostrando in situ, la efectividad de la corrección planteada. Esta característica es la que denota a estos sistemas ópticos como “simuladores visuales”, pues permiten evaluar el desempeño de diversos elementos de corrección, logrando que un paciente pueda “experimentar” cómo ve a través de

dicho elemento, antes de usarlo realmente (en el caso de gafas o lentes de contacto) o incluso antes de una cirugía (en el caso de la implantación de lentes intraoculares o de cirugías refractivas). Además, el sistema permite evaluar y comparar la calidad óptica de diversos elementos. El sistema experimental se basa en la técnica de óptica adaptativa, comúnmente encontrada en los telescopios de última generación, y si bien a nivel mundial ya ha sido aplicada al estudio de la óptica visual por dos décadas, es la primera vez que se implementa como desarrollo propio en la ciudad, en el país y en la región. Un video ilustrativo del equipo experimental se puede apreciar en el link (<http://bit.ly/video-sistema-experimental>). Una descripción de sus características principales se muestra también en el siguiente link (<http://bit.ly/sistema-experimental>).

Patente de invención: la investigación tiene además su componente de producción tecnológica y de innovación, plasmada en la patente de invención desarrollada en conjunto entre el Grupo de Óptica y Fotónica de la Universidad de Antioquia y el Centro para el Desarrollo de Sensores y Sistemas (CD6) de la Universitat Politècnica de Catalunya, España. El desarrollo de la patente *“Método para determinar la dinámica de la película lagrimal y productos de programa de ordenador del mismo”* Patente de invención No. 2688742 de la OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS, destaca el alcance, el potencial de aplicación, y el nivel de relacionamiento que caracteriza la presente investigación. La patente de invención presenta una metodología novedosa y un equipo en proceso de estudio para su comercialización, que permite el diagnóstico de patologías asociadas a la calidad de la lágrima (como el síndrome del ojo seco), a través del análisis de la dinámica de la capa lagrimal del ojo humano, logrando una evaluación objetiva y no invasiva, que podría lograr mejores diagnósticos clínicos, más seguros y cómodos para los pacientes. La Patente de Invención completa se puede ver en el siguiente link (<http://bit.ly/patente-lagrima>).

Contribuciones científicas publicadas y difusión de la investigación: Como resultado de esta investigación se publicaron un conjunto de 8 artículos en revistas de alto impacto, que demuestran la relevancia de los estudios desarrollados para evaluar propuestas que permiten la corrección de patologías de gran impacto sobre la población mundial, como por ejemplo la presbicia. Estas publicaciones validan el rigor científico en el desarrollo de este sistema, a la vez que demuestran que es un equipo experimental robusto, equiparable en confiabilidad a los equipos típicamente usados en las ciencias de la visión, pero que va más allá de solo el diagnóstico, pues permite evaluar la corrección más óptima para el paciente, a la vez que permite la evaluación de nuevas propuestas que surgen a nivel mundial para la compensación

de patologías del ojo humano, como lo son los elementos denominados lentes espada de luz, en cuyo desarrollo se destacan las contribuciones realizadas en el marco de la investigación presentada y los relacionamientos con instituciones y grupos internacionales. Además de esto, la investigación se ha materializado en el desarrollo de una tesis doctoral y una de maestría de estudiantes de la Universidad de Antioquia (<http://bit.ly/trabajos-grado>), ambas con un reconocimiento especial por su calidad y aportes. Todas las participaciones en eventos y los artículos publicados, en su mayoría en el último año, se pueden encontrar en el siguiente link (<http://bit.ly/respaldo-publicaciones>).

Impacto de la investigación

La presente investigación se caracteriza por ser polifacética en lo que respecta a su impacto: en el marco de su desarrollo se evidencia un avance desde el punto de vista académico, materializado en la publicación de diversidad de artículos en revistas internacionales de alto impacto, además de la participación en eventos nacionales e internacionales, y en la formación de profesionales a distintos niveles educativos, con la capacidad de contribuir al desarrollo tecnológico y científico de la región y del país. También, muestra el impacto y alcance innovador y tecnológico, plasmado en un equipo experimental, único en el país y en la región, que permite ahondar no solo en el diagnóstico de diversas patologías del ojo, sino que permite una evaluación eficiente, rápida y ajustada de elementos de corrección óptica aplicadas a un paciente. Del mismo modo, como impacto de innovación, se destaca la patente de invención de una técnica y su respectivo equipo y software para el diagnóstico rápido, eficiente y no invasivo de patologías como el ojo seco. Se destaca además los resultados de estudios usando el equipo experimental y técnicas desarrolladas en la investigación acá presentada, para el estudio de problemáticas que impactan directamente la calidad de vida de los habitantes de la ciudad de Medellín y de la región, como lo es el estudio de la calidad de lentes de lectura que corrigen presbicia, y que son accesibles en el comercio sin evaluación o formulación por profesionales optómetras. Dicho estudio demuestra que el uso de tales lentes compradas informalmente (práctica común en la ciudad de Medellín y en el país), puede afectar considerablemente la salud visual de las personas, pues se comprobó que en general no cumplen los estándares de calidad óptica ni de filtros UV requeridos por las normas de salud de Colombia para salvaguardar la calidad visual de quienes las usan. Este estudio se repitió comparando las gafas de sol de categorías originales AAA, y las réplicas más baratas que también se comercializan informalmente, mostrando que estas últimas presentan imperfecciones que pueden afectar directamente la calidad visual, e inducir defectos visuales

inexistentes antes de su uso. En un tercer estudio se desarrolló la caracterización de la calidad de los visores de cascos de moto a medida que estos se deterioran, demostrando que el visor típico de un casco con un promedio de 6 meses de uso, disminuye su calidad óptica, afectando y disminuyendo la propia calidad visual del usuario (agudeza visual), y por lo tanto se establece como un parámetro más que puede llevar a un aumento en la accidentalidad de los motociclistas, lo cual es un resultado muy relevante que amerita mayor indagación ante el aumento de este tipo de actores viales en nuestra ciudad. Estos trabajos se realizaron tomando como base el protocolo de medidas para la caracterización de elementos ópticos, desarrollado en el marco de la presente investigación (<http://bit.ly/protocolos-medidas>). Finalmente, como parte de los estudios realizados en las tesis de maestría y doctorado, se pudieron obtener aportes de impacto internacional, al evaluar por primera vez en el mundo el desempeño, en ojos reales, del nuevo diseño de lente intraocular para la corrección de la presbicia denominado “Lente Espada de Luz” (Light Sword Lens), además de proponer su optimización para mejorar la calidad de corrección lograda con este tipo de lente, mostrando un desempeño similar al de otros elementos actualmente comercializados.

De este modo y en concreto, el equipo experimental, la patente de invención, las técnicas y protocolos diseñados e implementados en la investigación descrita en este documento, en conjunto, demuestran un gran impacto y una contribución integral en el estudio y aplicabilidad de la tecnología desarrollada en nuestra ciudad para mejorar la salud visual de las personas.

¿Qué sigue?

El siguiente objetivo se centra en comenzar un proceso de optimización del equipo experimental presentado, con el fin de construir una versión que mantenga las características y posibilidades del sistema descrito, pero que se comienza a encaminar hacia una nueva patente de invención, de tal forma que permita ampliar las posibilidades que ofrecen equipos tradicionalmente usados por optómetras y oftalmólogos. Además, es importante continuar con el proceso de comercialización de la patente de invención ya desarrollada, que va a permitir un proceso objetivo y más simple en diagnósticos de patologías relacionadas con la calidad de la lágrima. Finalmente, se desea hacer un proceso de validación del prototipo que se desarrolló, con el fin de ofrecer un servicio de evaluación, caracterización y certificación de elementos ópticos a nivel de laboratorio, que permita apoyar el amplio y experimentado cluster de salud de la ciudad (en particular en el área de optometría y oftalmología).