

# CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

## 1.1 SITUACIÓN ACTUAL

La Diabetes Mellitus es una enfermedad metabólica que se caracteriza por la presencia de niveles elevados de glucosa en sangre. La diabetes por sí misma provoca otras complicaciones crónicas, entre ellas una enfermedad ocular conocida como Retinopatía Diabética (RD). Hoy en día, la RD es la causa más frecuente de ceguera entre la población activa de los países desarrollados. Los principios que producen esta enfermedad no se conocen completamente y todavía no puede ser prevenida, sin embargo, existen tratamientos efectivos que retrasan su evolución siempre que sea diagnosticada con suficiente antelación. El problema de la RD es que es una enfermedad asintomática y sólo aparecen defectos en la visión en una etapa avanzada de la enfermedad. Por lo tanto, los pacientes diabéticos no se dan cuenta de que padecen la enfermedad y no se someten a un examen ocular. Algunas veces se examina al paciente cuando ya es demasiado tarde para un tratamiento adecuado y se han causado severos daños a la retina.

Con la idea de evitar estos daños, lo que se propone es realizar un despistaje regular de la retina de todos los pacientes diabéticos para garantizar una detección a tiempo y un tratamiento adecuado. De esta manera, cada persona con diabetes se debería someter a una exploración oftalmológica al menos una vez al año. Debido a que la diabetes es una enfermedad de elevada prevalencia (superior a un 6% de la población mundial según la Organización Mundial de la Salud), son muchos los exámenes que se tienen que llevar a cabo, por lo tanto, la realización de este despistaje supone unos costes muy elevados y requiere personal altamente cualificado. Para reducir, tanto los costes como el número de especialistas, sería de gran utilidad desarrollar un método automático para detectar la enfermedad en sus primeras etapas.

Existen un gran conjunto de técnicas que ayudan a realizar este despistaje. Varían desde la observación directa con un oftalmoscopio hasta la revisión de fotografías del fondo de ojo y más recientemente de imágenes digitales (retinografías). Estas últimas están adquiriendo un protagonismo cada vez mayor, ya que resulta un modo económico y eficaz de mantener almacenada la información del fondo de ojo. Además, tienen la capacidad de ser procesadas por sistemas automáticos.

Los centros de salud de la provincia de Cádiz llevan realizando desde hace un tiempo, miles de retinografías para prevenir la ceguera, dentro de un programa de detección precoz dirigido a prevenir la ceguera en personas diabéticas.

En concreto, durante los nueve primeros meses del programa, el complejo hospitalario ha realizado fondos de ojo digitalizados a 2.349 pacientes remitidos

desde los servicios de atención primaria, de los que el 73,2 por ciento de los casos estudiados (1.720) sufrían diabetes.

El fondo de ojos preventivo permitió diagnosticar 659 retinopatías, es decir, que 39 de cada cien diabéticos estudiados sufrían ya la enfermedad, pese a que la mayor parte de los pacientes no habían percibido trastornos oculares.

La ceguera en pacientes diabéticos es una de las principales complicaciones de una enfermedad que en esa provincia padecen alrededor de 68.500 personas, lo que supone el 6 por ciento de la población gaditana.

Los primeros síntomas de la retinopatía diabética aparecen frecuentemente cuando ya es demasiado tarde para su curación, de ahí la importancia de detectarla de forma precoz. Así, el programa preventivo de la Junta de Andalucía conlleva la introducción en los centros sanitarios de equipos de retinografía digital, con los que se desarrollan las pruebas diagnósticas necesarias para determinar la presencia de retinopatía por diabetes.

Las personas que sufren diabetes también tienen el doble de posibilidades para desarrollar glaucoma, que es producido por un aumento en la presión del fluido dentro del ojo que lleva al daño del nervio óptico y a la pérdida de la visión.

Debido a todo lo comentado, el hospital Puerta del Mar de Cádiz, nos pide como objetivo a largo plazo automatizar el despistaje de la RD usando imágenes digitales a color de la retina. De esta manera, se podría discriminar entre pacientes diabéticos que necesitan un examen más detenido por un oftalmólogo de aquellos que no lo necesitan.

## 1.2 OBJETIVOS

Los métodos de procesamiento digital de imágenes en el campo de la medicina han supuesto una revolución en las dos últimas décadas en la medicina tradicional. La mayoría de los esfuerzos de investigación se enfocan en el campo de la cirugía y herramientas de apoyo en el diagnóstico de imágenes médicas.

La detección de vasos es clave en muchas aplicaciones de radiología. La localización de éstos en retinografías está siendo una de las más estudiadas en este campo, aunque también se han desarrollado algoritmos para cineangiogramas, resonancia magnética y mamografías.

Este proyecto presenta un método automático para la segmentación de la red vascular, basado sobre todo en el artículo de Ana María Mendonça y Aurélio Campilho, lo que ayudará a la detección precoz de las enfermedades nombradas en el apartado anterior, por tanto, para que este sistema computerizado se comporte como un buen consejero y ayude al radiólogo con eficacia debe tener un índice elevado de exactitud (además de precisión y sensibilidad) para que pueda recoger con precisión los posibles detalles que el radiólogo pudiera pasar por alto.

Los algoritmos de detección de vasos se pueden clasificar en dos categorías principalmente: Seguimiento de vasos y extracción de vasos.

En los algoritmos de *seguimiento de vasos*, se necesita de un punto inicial que pertenezca al vaso, y en algunos casos también es necesaria la dirección del vaso. A partir de esta información el resto del vaso es localizado y extraído. Estos métodos son bastante fiables debido a que limitan la búsqueda del vaso a una fracción de la imagen usando la información de uno o más puntos de referencia del vaso o conocimiento a priori de éste. Desafortunadamente estos algoritmos no son totalmente automáticos y por ello su aplicación práctica en un entorno clínico está muy limitada.

El segundo grupo de métodos, *extracción de vasos*, se basan en un conjunto de técnicas de visión artificial. Básicamente, todas ellas se basan en analizar la imagen completa y tener en cuenta ciertas características anatómicas que puedan delatar la presencia de un vaso. A diferencia de los algoritmos de seguimiento de vasos, estos métodos sí son totalmente automáticos y por tanto más interesantes para su aplicación práctica. En términos de precisión, sensibilidad y especificidad estos métodos ofrecen unos rendimientos bastante buenos. El inconveniente es que la complejidad de estos algoritmos impone unos tiempos de computación sensiblemente más altos que los de seguimiento de vasos y por tanto dificultan su uso en un entorno clínico en tiempo real.

Un algoritmo de detección de vasos normalmente se usa dentro del contexto de un proceso de diagnóstico donde intervienen otros algoritmos y que componen todo el sistema. De esta forma, al tiempo de computación empleado por el algoritmo de detección de vasos hay que sumarle el tiempo consumido por el resto de algoritmos, por tanto, el tiempo de ejecución empleado por éste es clave para poder utilizar todo el sistema en un entorno clínico en tiempo real. Además un algoritmo de este tipo con un tiempo de ejecución bajo puede ser utilizado no sólo en imágenes estáticas donde tiene su mayor aplicación, sino también en imágenes de vídeo que son cada vez más habituales en aplicaciones médicas.

Por todo lo expuesto, se marcan como objetivos de este proyecto los siguientes:

- Encontrar un método automático de detección de vasos para todo tipo de retinografías; ya que iluminación, contraste y color puede variar de unos pacientes a otros, además de que la calidad de la imagen obtenida depende en gran parte del retinógrafo usado.
- Encontrar los parámetros adecuados para que este método tenga una precisión superior a algoritmos ya existentes y próxima al observador humano. Se intentará mejorar también parámetros tales como sensibilidad y especificidad.
- Tiempos de ejecución adecuados para que pueda tener aplicación en un entorno clínico en tiempo real.

### **1.3 ORGANIZACIÓN DE LA MEMORIA**

En este capítulo se ha hecho una introducción al problema de la retinopatía diabética y a la necesidad de una detección temprana de esta enfermedad. Además se han comentado los objetivos que se pretenden conseguir y que serán analizados en el capítulo 8, donde se comentaran las conclusiones obtenidas del estudio realizado y posibles líneas futuras de investigación.

En el resto de capítulos se comenzará por profundizar un poco en el ojo humano (capítulo 2) descubriendo sus características y las enfermedades que pueden estar más relacionadas con el objeto de estudio del algoritmo propuesto en el capítulo 4, donde se describirán en detalle cada uno de los pasos que se han seguido en el algoritmo utilizado [1], muchos de ellos basados en artículos publicados con anterioridad, los cuales se comentan en parte en el capítulo 3. En capítulos posteriores (capítulos 5 y 6) se analizará una comparativa hecha con otros métodos usados con anterioridad utilizando resultados extraídos de las bases de datos DRIVES y STARE publicadas en internet.

En el capítulo 7 se describirá un método de detección de bordes desarrollado por Rao y Schunk, aplicado ya en mamografías y en otro tipo de tratamiento de imágenes, pero nunca antes en la detección de vasos en la retina; llegando a la conclusión de que en retinografías no es conveniente usar este método ya que no solo obtiene los bordes de los vasos sino que además detecta todo tipo de ruidos haciendo imposible la segmentación.

En los últimos capítulos se mostrará toda la bibliografía utilizada así como un anexo que contendrá un resumen de resultados obtenidos mediante la versión 6.5 de Matlab.