



Desarrollo de un *software* de cribado automático de retinopatía diabética

Merino Hernández M, Jauregui García ML, Aguirrezabala Iturralde J, Guibelalde González A, Prat Madrazo M, Soto Ruiz de Gordo M

OSI Tolosaldea. Tolosa. Guipúzcoa

e-mail: marisa.merino@gmail.com



Marisa Merino Hernández.

Resumen

Los programas de cribado sistemático de retinopatía actuales son efectivos para evitar la ceguera causada por la diabetes *mellitus*. La utilización de métodos avanzados de inteligencia artificial posibilita el análisis automático de las imágenes, mejorando el proceso.

Objetivos: desarrollar un sistema automático de detección de la retinopatía diabética en imágenes digitales de retina, evaluar los resultados obtenidos, y analizar el impacto económico de su implantación en programas de cribado poblacional, con el fin de:

- Mejorar la atención: aumentando la capacidad de resolución de Atención Primaria, evitando desplazamientos a los pacientes y disminuyendo tiempos de espera.
- Optimizar el trabajo de los oftalmólogos dedicando más tiempo a actividades donde aporten mayor valor.
- Mejorar la sostenibilidad del sistema sanitario ante el reto de la cronicidad.

Métodos: se construyó una base de datos con más de 25 000 imágenes, a partir de todas las existentes en el programa de cribado de Retinopatía Diabética del País Vasco de los últimos años. Los oftalmólogos revisaron y filtraron las imágenes, etiquetando las lesiones existentes. Utilizando este nuevo conjunto de datos, a los que se aplicaron diversos métodos avanzados de clasificación, se creó el algoritmo que identifica automáticamente las imágenes patológicas de forma eficaz y segura.

Un estudio de minimización de costes analizó el impacto económico de su implementación a nivel poblacional, utilizando un modelo de simulación de eventos discretos.

Resultados:

- El *software* discrimina automáticamente retinografías normales y patológicas, mediante un algoritmo innovador configurable en función de las necesidades que se determinen, pudiendo alcanzar una sensibilidad del 94% y una especificidad del 96%.
- El estudio económico muestra que la utilización del *software* supone un ahorro del 36% de los costes del programa.
- Seleccionado como mejor proyecto por Health 2.0 Basque y ganador del Quality Innovation Award en el País Vasco en 2018. Ganador de la competición internacional del Quality Innovation Award en Beijing en 2019.
- Vídeo resumen del proyecto en inglés en <https://www.youtube.com/watch?v=5eLsEi83KXU>

Conclusiones: el *software* desarrollado facilita el proceso de cribado de manera que mejora la atención al paciente y la eficiencia del sistemas sanitario, mejorando la sostenibilidad.

Objetivos del proyecto o experiencia

La retinopatía diabética es una de las principales causas de ceguera a nivel mundial. Está presente en un tercio de los pacientes diabéticos y es fundamental el diagnóstico precoz, ya que tiene tratamiento eficaz si se detecta en etapas iniciales.

Los programas de cribado sistemático de retinopatía actuales son efectivos para evitar la ceguera causada por la diabetes *mellitus*, por lo que es importante que sean sostenibles.

La utilización de métodos avanzados de inteligencia artificial posibilita el análisis automático de las imágenes, lo que permitiría:

- Mejorar la atención: aumentando la capacidad de resolución de Atención Primaria, evitando desplazamientos a los pacientes y disminuyendo tiempos de espera.
- Optimizar el trabajo de los oftalmólogos dedicando más tiempo a actividades donde aporten mayor valor.
- Mejorar la sostenibilidad del sistema sanitario ante el reto de la cronicidad.

Se planteó mejorar el proceso del programa de cribado utilizando métodos avanzados de inteligencia artificial, con los siguientes **objetivos específicos**:

- Desarrollar un sistema automático de detección de la retinopatía diabética en imágenes digitales de retina.
- Evaluar los resultados obtenidos.
- Analizar el impacto económico de su implantación en programas de cribado poblacional.

Método

Se construyó una base de datos con más de 25 000 imágenes, a partir de todas las existentes en el programa de cribado de Retinopatía Diabética del País Vasco de los últimos años. Los oftalmólogos revisaron y filtraron las imágenes, etiquetando las lesiones existentes.

A partir de este nuevo conjunto de datos, se utilizaron diversos métodos avanzados de clasificación, basados en **inteligencia artificial** (Deep Learning y Support Vector Machine), para desarrollar el nuevo algoritmo predictivo que identifica automáticamente las imágenes patológicas de forma eficaz y segura.

Un **estudio de minimización de costes** analizó el impacto económico de la implementación del *software* a nivel poblacional en los próximos 10 años. Utilizando un modelo de simulación de eventos discretos, permite valorar el impacto de la incorporación de la tecnología en el sistema sanitario a futuro en base a estimaciones de las retinopatías necesarias teniendo en cuenta la prevalencia de la diabetes *mel litus*.

Resultados obtenidos

Desarrollo y evaluación del *software*: el *software* discrimina automáticamente retinografías normales y patológicas, mediante un algoritmo innovador configurable en función de las necesidades que se determinen, pudiendo alcanzar una sensibilidad del 94% y una especificidad del 96%.

Evaluación económica: el estudio económico muestra que la utilización del *software* disminuye un 36% el coste del programa de cribado de retinopatía diabética. En el País Vasco esto supondría un ahorro anual de 270 000 euros, teniendo en cuenta que la prevalencia de diabetes es el 10% en nuestra comunidad.

Reconocimientos:

- Seleccionado como el mejor proyecto del año por Health 2.0 Basque, fue presentado en el Congreso de Salud Digital de Donostia en septiembre de 2018, habiendo tenido importante repercusión en prensa y redes sociales.

- Ganador del Quality Innovation Award en el País Vasco (Bilbao, diciembre de 2018).
- Ganador de la fase internacional del Quality Innovation Award (Beijing, 2019).

Discusión: el *software* simplifica el proceso de cribado de retinopatía diabética, ya que detecta imágenes patológicas automáticamente en el mismo momento de la realización de la prueba, reduciendo la utilización de los circuitos establecidos entre Atención Primaria y Oftalmología solo a las pruebas patológicas. La simplificación del proceso asistencial permite disminuir costes. Asimismo, disminuye la variabilidad y los posibles errores humanos, mejorando la seguridad del paciente. También garantiza la seguridad de sus datos. Por tanto, esta es una iniciativa que mejora tanto la calidad de la atención prestada como la sostenibilidad a medio-largo plazo. En países con recursos económicos escasos o falta de profesionales, la aplicación de esta técnica ayudaría a detectar la enfermedad ocular y prevenir cegueras en pacientes diabéticos.

Conclusiones: el *software* desarrollado facilita el proceso de cribado de manera que mejora la calidad asistencial y disminuye costes para el sistema sanitario. La aplicación de herramientas de inteligencia artificial puede mejorar la atención al paciente, la calidad percibida, la satisfacción de los pacientes y profesionales y la eficiencia del sistema sanitario.

Innovación. ¿Cuáles son las características más novedosas del proyecto o experiencia que se presenta?

El **equipo del proyecto** es multidisciplinar, incluyendo médicos, enfermeras, oftalmólogos, informáticos, expertos en inteligencia artificial, expertos en evaluación de modelos económicos, gestores e incluso una empresa de tecnología que comercializará el *software* fuera de Osakidetza.

A partir de todas las imágenes digitales del programa de cribado de retinopatía diabética del País Vasco de los últimos años, los oftalmólogos revisaron, filtraron y etiquetaron las lesiones. A esta nueva base de datos, se aplicaron diversos métodos avanzados de clasificación, basados en inteligencia artificial.

La aplicación de la **inteligencia artificial** en medicina está demostrando que puede mejorar la atención sanitaria, la calidad percibida y la eficiencia del sistema sanitario en distintos ámbitos. En este proyecto se ha construido el *software* utilizando concretamente Deep Learning y Support Vector Machine.

Los datos que se van añadiendo a los ya existentes a partir de las nuevas retinografías realizadas realimentan el algoritmo, que sigue aprendiendo. De esta manera la precisión va mejorando y el diagnóstico es cada vez más fiable.

Hay que destacar también que el *software* se ha diseñado teniendo en cuenta la interoperabilidad con los sistemas de información y los retinógrafos, con el fin de conectarse a la historia clínica electrónica.

Se habían identificado algunas técnicas ya existentes, pero con resultados no muy buenos. Precisamente un aspecto clave del *software* es su alta sensibilidad y especificidad en un algoritmo configurable según la necesidad, lo que permite aplicarlo en programas poblacionales de cribado de forma eficaz y segura.

Para el **estudio económico** se creó un modelo específico de simulación de eventos discretos, que valora no solo el impacto económico de la implantación y despliegue del *software* ahora, sino también en los próximos 10 años, teniendo en cuenta la prevalencia de la diabetes y la evolución de la enfermedad.

El proyecto surge de la OSI Tolosaldea, que se gestiona por procesos. El **proceso de innovación** es estratégico, incidiendo en todos procesos, estando actualmente en proceso de certificación ISO 166.002. En este marco, se apuesta por proyectos innovadores, que aprovechen la potencialidad de las herramientas tecnológicas, y demuestren eficacia y eficiencia en la práctica clínica. Por ello, los proyectos son evaluados en ambas áreas con herramientas que a su vez sean también innovadoras.

Calidad. ¿Qué mejoras en calidad se han obtenido al desarrollar el proyecto o experiencia?

El interés del *software* radica en la posibilidad de mejorar el proceso de cribado de manera que se reduzca a) el tiempo de espera de respuesta, b) fallos humanos, y c) la carga de los profesionales de oftalmología. Además, se garantiza la seguridad del paciente y la de sus datos. La nueva solución es pues más eficaz y eficiente. Esto último, es especialmente relevante en tiempos en los que la presión sobre los sistemas sanitarios se acentúa debido al envejecimiento poblacional y, con ello el aumento de la cronicidad. La prevalencia de la diabetes está aumentando en todo el mundo, por lo que cada vez más personas necesitarán incorporarse en los programas de cribado, lo cual podría comprometer la sostenibilidad de estos.

Los **beneficios** obtenidos inciden en:

- Pacientes:
 - Diagnóstico *in situ*.
 - Mejora de la seguridad del paciente.
 - Mejora de la calidad de la atención (evitando viajes y disminuyendo tiempos de espera).
 - Garantía de la seguridad de los datos de los pacientes.
- Profesionales sanitarios: mayor capacidad para eliminar tareas de poco valor
- Sistema sanitario:
 - Mejora de la sostenibilidad del sistema sanitario.
 - Gran impacto en países con recursos limitados o falta de profesionales.

El *software* simplifica el proceso de cribado de retinopatía diabética, ya que detecta imágenes patológicas automáticamente en el mismo momento de la realización de la prueba, reduciendo la utilización de los circuitos establecidos entre Atención Primaria y Oftalmología solo a las pruebas patológicas. La simplificación del proceso asistencial permite disminuir costes. Asimismo, disminuye la variabilidad y los posibles errores humanos, mejorando la seguridad del paciente. También garantiza la seguridad de sus datos. Por tanto, esta es una iniciativa que mejora tanto la calidad de la atención prestada como la sostenibilidad a medio-largo plazo.

En entornos con recursos económicos escasos o falta de profesionales, la aplicación de esta técnica ayudaría a detectar la enfermedad ocular y prevenir cegueras en pacientes diabéticos.

Mejora de la gestión o evaluación en salud. ¿Qué aportación realiza el proyecto o experiencia para la mejora de la gestión o la evaluación de resultados en salud?

El **sistema sanitario** puede optimizar los tiempos de los profesionales y mejorar la satisfacción de los pacientes. De esta manera, además de mejorar la prestación del servicio, reduce su coste, lo que lo hace más sostenible en el tiempo. Esto es muy importante en el contexto actual, en el que el envejecimiento de la población y el aumento de la cronicidad hacen peligrar los sistemas sanitarios tal como los conocemos.

Los **profesionales** beneficiados son médicos y enfermeras implicados en el proceso de cribado:

- Se optimiza el tiempo de la enfermera que realiza la retinografía. Actualmente después de realizar la prueba tiene que enviar la imagen al oftalmólogo y a los días, cuando recibe el informe, debe introducir los datos en la historia clínica del paciente. Todo esto se reduciría drásticamente, ya que en la mayoría de los casos sería automático en el mismo momento. Esto permitiría no tener listas de espera y disponer de más tiempo para los pacientes.
- Se optimiza asimismo el tiempo del oftalmólogo, ya que solo vería las imágenes sugestivas de patología
- El médico de AP indicaría la prueba y vería el resultado en la historia clínica ahorrando una segunda visita del paciente.

El cliente final es el **paciente diabético** cuya salud ocular ha de ser controlada periódicamente. Resuelve en una única visita el episodio, recibiendo el informe tras la prueba y quedando a su vez el resultado incorporado en su historia clínica. Esto mejoraría su satisfacción, ya que actualmente tiene que volver de nuevo a su médico en unos días para conocer el resultado.

Evaluación: se realizó un estudio de **validación del *software***, aplicando la nueva herramienta a pacientes diferentes, cuyos datos no habían sido utilizados para la construcción de esta. Esto permite asegurar la fiabilidad de los resultados obtenidos en cuanto a la precisión en el diagnóstico.

El **estudio de minimización de costes** ha permitido analizar el impacto que tendría la incorporación de la tecnología en los sistemas sanitarios, en base a estimaciones de las retinopatías necesarias en los próximos 10 años, teniendo en cuenta la prevalencia de la diabetes *mellitus*. Teniendo en cuenta que la utilización del *software* disminuye un 36% el coste del programa de cribado, y aplicando el Modelo de Simulación de Eventos Discretos creado, se estima un ahorro anual de 270 000 euros en el País Vasco en los próximos años.

**Aplicabilidad y facilidad de extensión a otras organizaciones del sector salud.
¿En qué medida es aplicable o extensible el proyecto o experiencia a otros centros u organizaciones del sector salud?**

Tras la validación del *software* está previsto el escalado al resto de las organizaciones de Osakidetza.

Esta herramienta puede aplicarse en cualquier otro sistema sanitario. Se puede instalar en el ordenador o funcionar en la nube, diagnosticando las imágenes de las retinografías. Emite un informe por cada prueba, que se puede dar al paciente, además de volcarlo a la historia clínica electrónica.

El programa de cribado de retinopatía diabética está implantado en numerosos países de todo el mundo, por lo que el impacto de incorporar un cribado automático que disminuya costes podría ser realmente beneficioso para otros sistemas de salud.