



**Mondragon
Unibertsitatea**

Escuela Politécnica
Superior

Diagnóstico automatizado de glaucoma: Diseño de una Start-up

POPBL6

Índice

1. Contexto
2. Objetivos y Fases
3. Evaluación
4. Planificación
5. Grupos, tutores y expertos
6. Otros

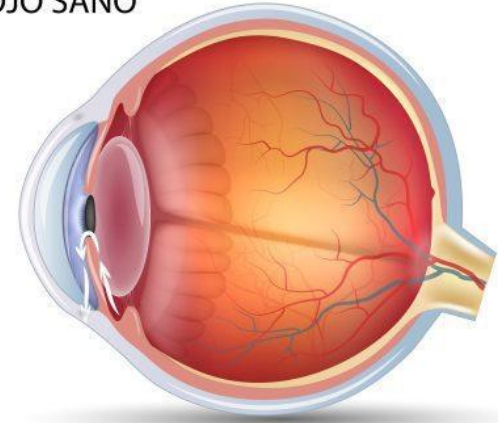
1

Contexto

Caso de Estudio: Glaucoma

- El glaucoma es una enfermedad progresiva de la cabeza del nervio óptico causada por una presión intraocular elevada debida a un mal drenaje del líquido ocular [1].
- Clínicamente, es una enfermedad ocular silenciosa que produce un deterioro progresivo e irreversible del campo visual que progresa hasta la pérdida total de la visión.
- En la actualidad, el glaucoma es la segunda causa de ceguera en el mundo. Afecta a una de cada doscientas personas menores de cincuenta años y a una de cada diez mayores de ochenta años [2].
- En 2040, se estima que 111 millones de personas de entre 40 y 80 años padecerán glaucoma [2].

OJO SANO



GLAUCOMA

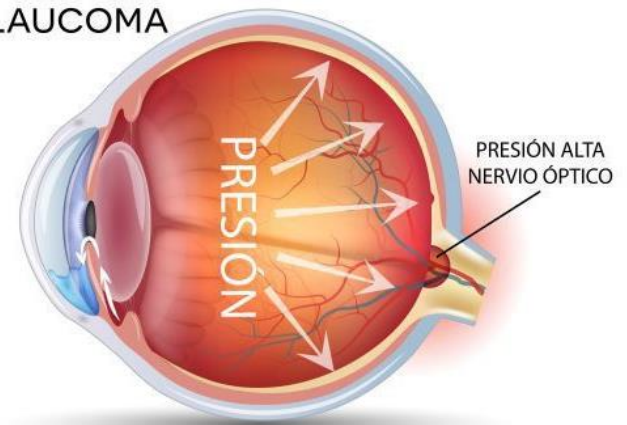


Figura 1. Ojo sano versus Glaucoma [3]

[1] Casson, R. J., Chidlow, G., Wood, J. P., Crowston, J. G. & Goldberg, I. Definition of glaucoma: clinical and experimental concepts. Clinical & Experimental Ophthalmology 40, 341–349, 2012.

[2] Tham, Y.-C. et al. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: A systematic review and meta-analysis. Ophthalmology 121, 2081–2090, 2014.

[3] <https://www.omiq.es/especialidades/glaucoma/>

Caso de Estudio: Glaucoma

- La única manera de **diagnosticar** el glaucoma es un examen oftalmológico completo.
 - Medir presión intraocular
 - Inspeccionar el filtro del ojo
 - Examinar el nervio óptico
 - Estudiar la visión periférica.
- Dado que el glaucoma es una enfermedad crónica, el nervio óptico dañado no se puede regenerar. El objetivo del tratamiento es **frenar** la evolución del glaucoma y reducir la presión del ojo, incluso en aquellos pacientes en los que la presión es normal en el momento del diagnóstico.
 - Opciones terapéuticas: gotas para los ojos, tratamiento o cirugía láser.
- La **detección precoz** del glaucoma en fases muy tempranas puede evitar la pérdida de visión que, cuando aparece, es irreversible.

Caso de Estudio: Glaucoma

- Los **Sistemas CAD** (del inglés, *Computer Aided Diagnosis*) son procedimientos médicos que **ayudan a los médicos** en la **interpretación de contenidos** de múltiples formatos obtenidos en pruebas a las que se ha sometido el paciente
- Estas tecnologías son capaces de **interpretar toda la información visible** y ayudan en aprovechar la información que el ojo humano no percibe. La idea no es dar un **diagnóstico** completo, sino **ayudar** en su búsqueda, realizando un cribado poblacional de los pacientes de riesgo.

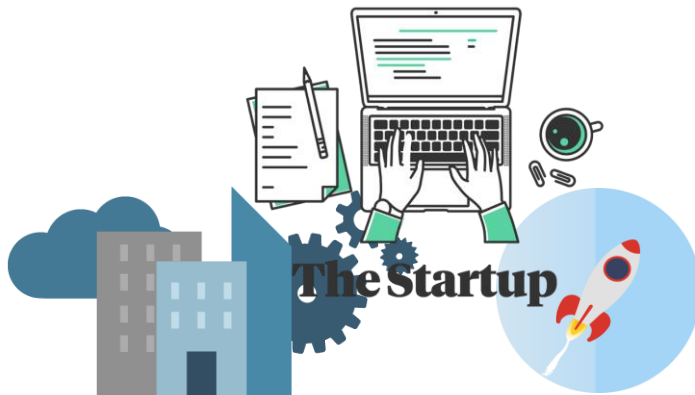
Los sistemas CAD pueden ser de gran ayuda en la interpretación de imágenes de fondo de ojo.

2

Objetivos y Fases

- **Objetivo principal:**

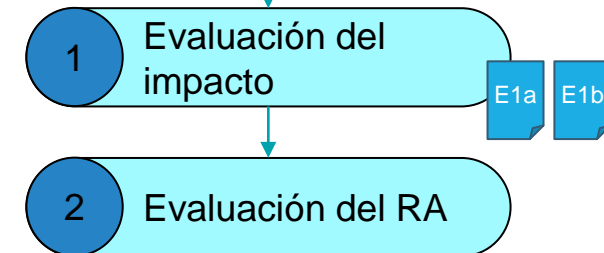
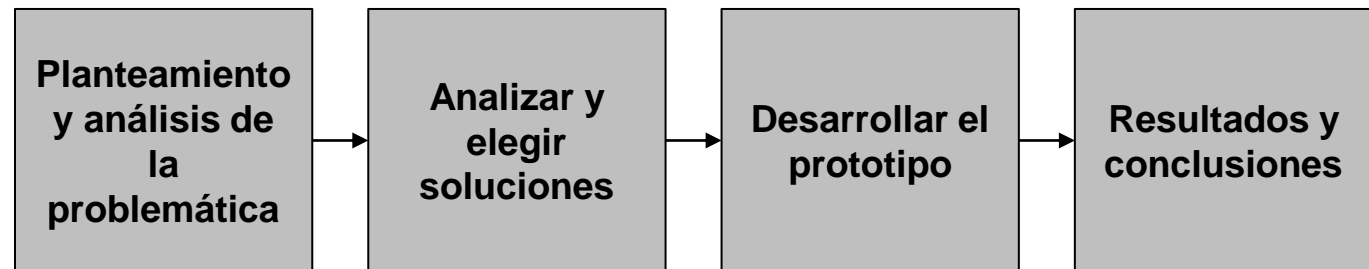
Crear / definir las bases de una **Start-Up** que saldrá al mercado con una **herramienta de ayuda al diagnóstico de glaucoma**



- **Sub-objetivos:**

1. Realizar el análisis y gestiones necesarias para crear vuestra start-up y comercializar vuestro producto sanitario.
2. Desarrollar la herramienta de ayuda al diagnóstico de glaucoma que vais a comercializar.

- Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS):



Fases



Fase 1: Estado del arte

- **¿Qué se pide?**
 - **Entender la etiología y fisiopatología del glaucoma, diagnóstico actual y los tratamientos asociados:**
 1. Conocer qué es el glaucoma, sus causas, los signos y síntomas que presenta.
 2. Clasificación de glaucoma y métodos de diagnóstico actuales.
 3. Identificar los tratamientos y riesgos asociados a las distintas fases de evolución de la enfermedad.
 4. Mostrar la necesidad y relevancia de métodos de diagnóstico temprano y relación al tratamiento y evolución de la enfermedad.
 - **Analizar el estado del arte de la clasificación de glaucoma en adultos y métodos de diagnóstico actuales.**

Fase 2: Análisis de los SSII

- ¿Qué se pide?
 - **Definir la arquitectura empresarial (AE):**
 1. Como primer paso de definición de vuestro Start-up, es necesario definir la arquitectura empresarial.
 2. Definir los objetivos principales de la start-up (capa de negocio).
 3. Definir la implementación del resto de capas (infraestructura, aplicaciones, datos) en función de los objetivos definidos.
 4. Definir 2 objetivos tecnológicos de mejora (HOW, WHO, WHAT) a futuro de la start-up, y describir los cambios que serían necesarios en cada capa.

Fase 3: Evaluación económica (perspectiva Sistema Sanitario)

- ¿Qué se pide?

Realizar la evaluación económica de la herramienta de diagnóstico de glaucoma que desarrolléis

- Para ello, deberéis
 1. Identificar la ruta asistencial actual
 2. Analizar como cambiaría esta ruta con la APP que diseñéis (en términos de costes y beneficios)

Fase 4: Cumplimiento legal en la comercialización

- ¿Qué se pide?

Teniendo en cuenta que sois los fabricantes del producto sanitario.

1. Justificación de que se trata de un producto sanitario. Se habrá de utilizar el Reglamento correspondiente y la MDCG 2019-11. Justificación de la regla de aplicación.
2. Elaboración de parte de la documentación técnica:
 1. Descripción y especificaciones del producto (parte 1 Anexo II)
 2. Información que deberá facilitar el fabricante. Solo las instrucciones, la etiqueta y la declaración UE de conformidad.
 3. De la parte 5 Análisis de riesgo: Solo los AMFES.
 4. De la parte 6 Verificación y validación: El informe de validación del SW. Se habrá de utilizar la ISO 82304.

- Las imágenes del fondo de ojo (RFI) son una modalidad de imagen biomédica (*retinografía*) poco costosa y no invasiva, adecuada para el cribado de enfermedades oftalmológicas como el glaucoma.
- La RFI proporciona parámetros morfológicos que permiten identificar el inicio del glaucoma y hacer un seguimiento de su progresión.

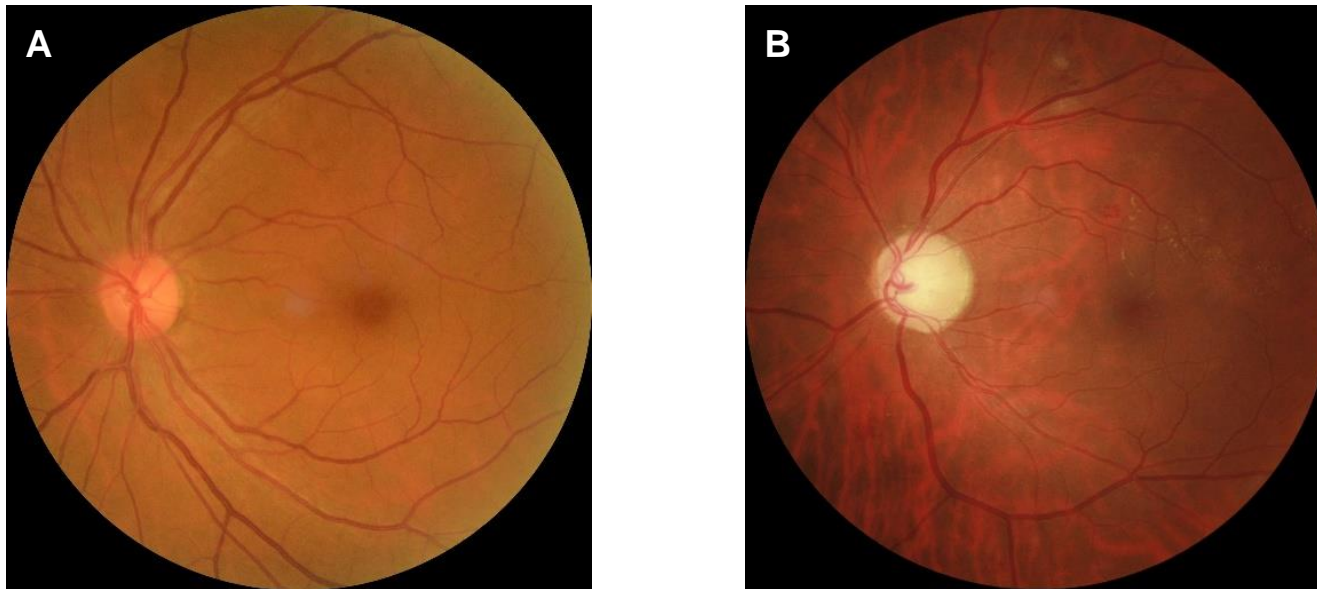


Figura 2. Imágenes del fondo de ojo de un sujeto sano (A) y de un paciente con glaucoma (B).

- **Las bases de datos seleccionadas* son las siguientes:**
 - Subconjunto de imágenes de las bases de datos “G1020” [4] y “ORIGA” [5].
 - Consta de 1570 imágenes de fondo de ojos adquiridas en distintos centros médicos.
 - Las imágenes están clasificadas en 2 grupos:
 - Sanos
 - Glaucoma
 - Además, cada imagen cuenta con una etiqueta de calidad con 5 categorías:
 - 0 - Imagen no revisada (se asume correcta, pero podría tener problemas de calidad)
 - 1 - Bajo contraste
 - 2 - Desenfoque
 - 3 - Ruido
 - 4 - Calidad correcta
 - Link para acceder a la base de datos:
https://www.dropbox.com/scl/fo/xa9s1nybjw8gf3wgia1tv/AN7GLb_eXNkytjE4PjHE1eQ?rlkey=af42g7cv1asboou22blr4wyrw&st=8yebb7w4&dl=0

**La utilización de las bases de datos propuestas es un requisito imprescindible. Sin embargo, se valorará positivamente el testeo del algoritmo en otros conjuntos de datos*

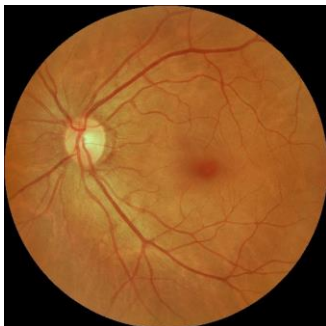
Fase 5: Cribado de calidad

- ¿Qué se pide?

Desarrollar un modelo basado en “Machine Learning” que identifique imágenes con baja calidad.

1. Desarrollar el pipeline de procesamiento de las imágenes para la extracción automática de características que permitan evaluar la calidad de las imágenes.
2. Entrenar y validar diversos modelos de clasificación en base a las características.
 - Como mínimo el modelo deberá realizar una clasificación binaria (buena/mala).
 - Se valorará positivamente que el modelo sea capaz de discernir entre los tres problemas de calidad (clasificación multi-clase).
3. Testear el modelo en las imágenes no revisadas.

Calidad correcta



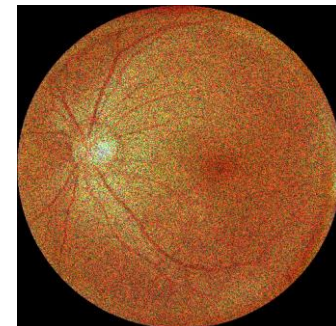
Bajo contraste



Desenfoco



Ruido



Fase 6: Modelo de detección automática

- ¿Qué se pide?

Usando las imágenes evaluadas como de buena calidad, desarrollar un modelo basado en “Machine Learning” que clasifique las imágenes como un caso de glaucoma u ojo sano (o probabilidad de ser un caso de glaucoma).

1. Desarrollar el pipeline de procesamiento de las imágenes para la extracción automática de características:
 1. Desarrollo de distintas estrategias de segmentación y localización de elementos en la imagen.
 2. Obtención de biomarcadores (características o *features*) interesantes para el diagnóstico de glaucoma.
2. Entrenamiento y validación del modelo de diagnóstico
 1. Se implementarán varios algoritmos de clasificación y se compararán en función de su capacidad predictora.
 2. Para ello, se seguirán los pasos comunes del análisis de datos: análisis exploratorio, preprocesamiento, generación de modelos, mejora de modelos, comparación y validación.

Fase 7: Interfaz App. y visualización

- ¿Qué se pide?
 - Diseñar la App. final del usuario
 1. Se utilizará la herramienta *AppDesigner* de Matlab para crear una aplicación con una interfaz intuitiva.
 2. La App. tendrá que ser capaz de leer una imagen indicada por el usuario, indicar si la calidad es aceptable, mostrar la segmentación y dar al menos la respuesta de si el caso analizado es un caso de glaucoma o no (o probabilidad de que lo sea).
 3. La fase anterior deberá emplear los mejores modelos obtenidos en las fases anteriores.
 4. Se valorará positivamente la integración de otro tipo de información que pueda ser relevante para el especialista en la App. (p. ej.: valor de las variables, importancia de las variables en el modelo, calidad de imagen, etc.)

Fase 8: Página web

- **Diseñar un XML para permitir el intercambio de los datos de diagnóstico/análisis y su visualización en una página web.**
1. El XML tiene que permitir estructurar los datos almacenados en la base de datos y los resultados de los análisis de las imágenes.
 2. Realizar el XSD para verificar que la estructura del XML es correcta y los datos son válidos.
 3. Mostrar los resultados por medio de XSLT aplicando un estilo CSS (incluyendo las imágenes).

Fase 8: Página web

- **Diseño e implementación de parte visual de la página Web de la empresa:**
 1. Se va a desarrollar la parte visual de la página web con sus diferentes secciones, cada sección puede corresponder a un fichero HTML.
 2. Se debe definir cuál es el objetivo de la página web: por ejemplo, visualización de datos por parte del personal sanitario.
 3. El aspecto visual de la página web se debe configurar empleando el lenguaje CSS (en Moodle tenéis ejemplos de cómo usarlo).
 4. Mostrar los resultados por medio de XSLT aplicando un estilo CSS (incluyendo las imágenes).
 5. La página Web se publicará en GitHub.

3

Planificación

Calendario e Hitos

22/04	23/04	24/04	25/04	26/04
PBL Aurkezpena				
29/04	30/04	01/05	02/05	03/05
RECUPERACIONES*		LANGILEAREN EGUNA		
06/05	07/05	08/05	09/05	10/05
RECUPERACIONES*	PILDORA EMPREDIMIENTO 11am	PILDORA GitHub	SAN PANKARACIO	Charlas proyectos investigación*
13/05	14/05	15/05	16/05	17/05
	FEEDBACK*	HITO 1	PILDORA PITCHING (I) 11am	Mesa redonda Master*
20/05	21/05	22/05	23/05	24/05
		PILDORA PITCHING (II) 11am		HITO Github
27/05	28/05	29/05	30/05	31/05
03/06	04/06	05/06	06/06	07/06
10/06	11/06	12/06	13/06	14/06
ENTREGA		Entrega Poster	PRESENTACIÓN	DEFENSAS

*orientativo

- **Píldoras:** Se podrán plantear píldoras de información/ayuda según se vea la necesidad y sin previo aviso.
- **Hito 1:** Una presentación (de 10-15 mins.) enfocada en los problemas que se tienen para continuar con el desarrollo del proyecto. Se recibirá el feedback de los expertos.
- **Hito GitHub:** reunión con los expertos para validar que el repositorio ha sido creado y lo realizado hasta ahora se ha integrado en él de forma adecuada.
- **Presentación tipo “pitching”:** Presentación de ~1 min enfocado en la captación de inversores.
- **Presentación técnica:** 15-20 min. de presentación seguida de preguntas. Se os citará a todos los grupos para que acudáis a la presentación de al menos otros 2 grupos.
- **Poster:** Tendréis que entregar un poster de carácter científico-técnico.
- **Defensas:** Nota única, mínimo exigido para que la nota del PBL cuente: 5.

4

Evaluación

Nota técnica / competencias transversales

Desarrollo técnico

POPBL6	
Contenido técnico de la memoria (50%)	Defensa (%50) (nota mínima: 5)
Grupo	Individual

Competencias transversales

RG302/303: Metodología		RG301: Trabajo en equipo	RG304: Comunicación escrita	RG305: Comunicación oral	
Informe	ODS			Soporte (PPT + póster)	Capacidad comunicativa
50%	50%			50%	50%
Grupo		Individual	Grupo	Grupo	Individual

- **Memoria técnica del proyecto**: máx. 60 páginas, anexos incluidos. Redactado en castellano.
- Documentación referente a la **Legislación y Normativa**
- **Repositorio GitHub**
 - **App.** ejecutable (.exe) de detección del glaucoma basado en GUIDE o App Designer de Matlab.
 - Todo el SW y documentación desarrollada para aportar evidencias del trabajo realizado.
- **Poster** técnico del PBL.
- **Presentación** técnica + sesión de **pitching**.

5

Grupos, tutores y expertos

Grupo 1

Javier Abasolo
Maialen González
Gorka Fdz. De Troconiz
Joane Legarreta
Asier Ruiz de Aretxabaleta

Grupo 2

Nerea Diez
Getari Goya
Ibon Galiano
Doneka Loinaz
Alejandro Vega de la
Iglesia

Grupo 3

Iker Amor
Paula Villarino
Elisa Garcia de Eulate
Asier Morcillo
Ane Zabala

Grupo 4

Iñigo Antoñana
Idoia Garitano
Unai Moro
Idoia Zabalo
Ane Berastegi

Grupo 5

Izaro Aragunde
Nahia Eizaguirre
Aimar Alzueta
Celia Ocampo
Estibaliz Zozaya

Grupo 6

Ibai Azpeitia
Jon Ander Fdz. De Corres
Kimetz Kortazar
Markel Ocaranza
Oier Zazpe
Markel Pastor

Tutores:

- Grupo 1: Javier Cuenca
- Grupo 2: David Romero
- Grupo 3: Maite Termenón
- Grupo 4: David Romero
- Grupo 5: Maite Termenón
- Grupo 6: Maider Beitialarrangoitia

Expertos:

- Procesamiento de Imagen: Maite Termenón
- Patología: Leire Mendizabal
- Sistemas de Información: Javier Cuenca / Maite Termenón
- Ingeniería Hospitalaria: Maider Beitialarrangoitia
- Certificaciones y Normativas: Eider Fortea
- Análisis de Datos: David Romero

- Será responsabilidad de cada grupo acordar **reuniones periódicas con el tutor**. En estas reuniones se rellenará un acta que será compartido con el tutor / la tutora junto con toda la documentación necesaria.
- Los expertos podrán limitar el número de consultas si lo ven oportuno.

6

Otros

- En cualquier momento (dentro del horario lectivo) se podrá solicitar la presencia del alumnado por parte del profesorado, para contrastes, reuniones o píldoras formativas, por lo que tendréis que mirar el calendar y ver si hay reuniones.
- La falta de asistencia no justificada a dichas reuniones podrá resultar en un cambio en la nota de comportamiento (txartel horia / gorria).
- Habrá una co-evaluación al final del PBL.
- Recordad que es obligatorio el análisis del impacto de vuestro proyecto en los ODSs.



**Mondragon
Unibertsitatea**

Escuela Politécnica
Superior

Eskerrik asko
Muchas gracias
Thank you

Loramendi, 4. Apartado 23
20500 Arrasate – Mondragon
T. 943 71 21 85
info@mondragon.edu