

Diabetes: la otra **pandemia**

En **todo el mundo** -----●

- **463 millones** de personas (2019)
- **51% de crecimiento** hacia 2050

En **Latinoamérica** -----●

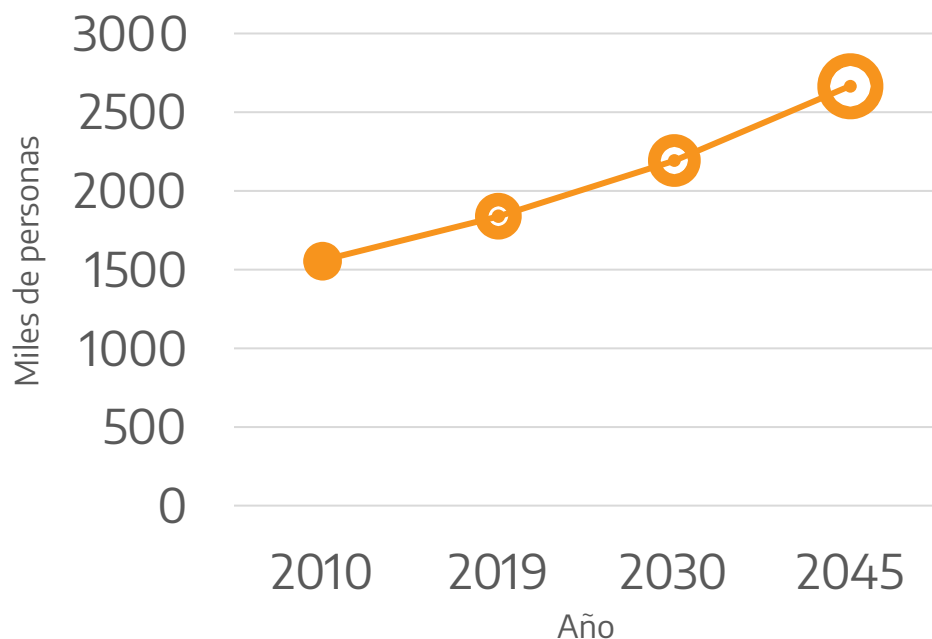
- **32 millones** de personas (2019)
- **55% de crecimiento** hacia 2050



La diabetes en Argentina



Población estimada de personas diabéticas entre los 20 y 79 años de edad en Argentina por año



Más de **1.8 millones** de argentinos/as de **entre 20 y 79 años** padecen diabetes

Más de **2.5 millones** hacia **2045**, un **6.9%** de la población adulta estimada ¹

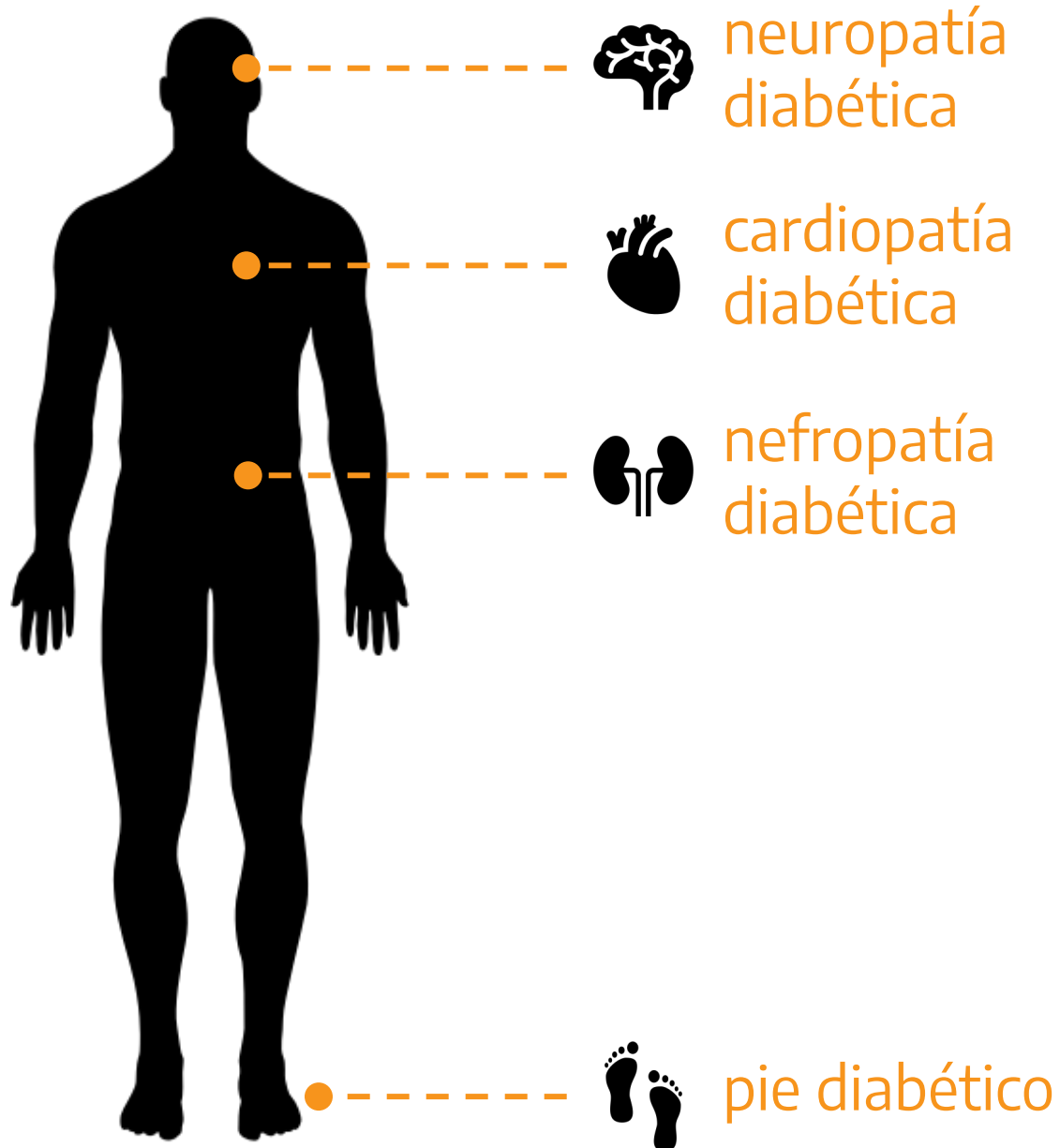
Un **50%** de la **población diabética** argentina **todavía no sabe que lo es** ²

¹ *Diabetic Retinopathy, 2012*. Diabetes Care. American Diabetes Association. https://care.diabetesjournals.org/content/25/suppl_1/s90

² *Cuidado ocular del paciente con diabetes: opiniones y recomendaciones de la SARyV.* Carrasco et al. Revista OCE (CAO). 2013.

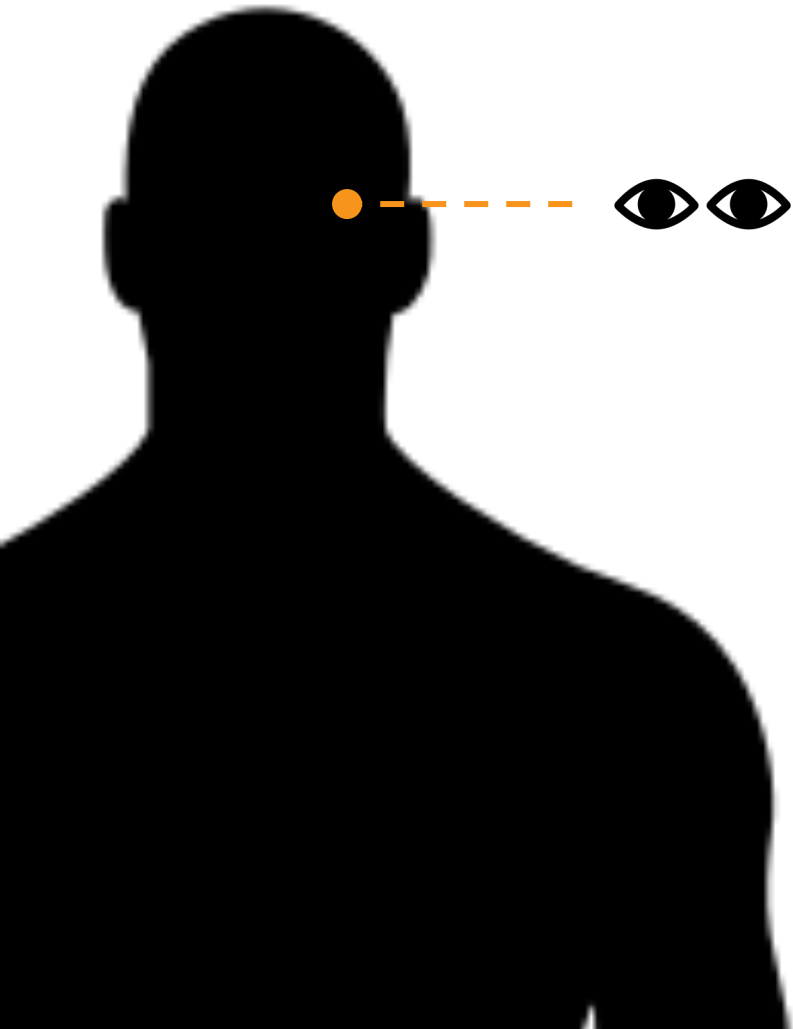
diabetes

**complicaciones
macrovasculares
y microvasculares
asociadas**



diabetes

complicaciones
macrovasculares
y microvasculares
asociadas



retinopatía diabética

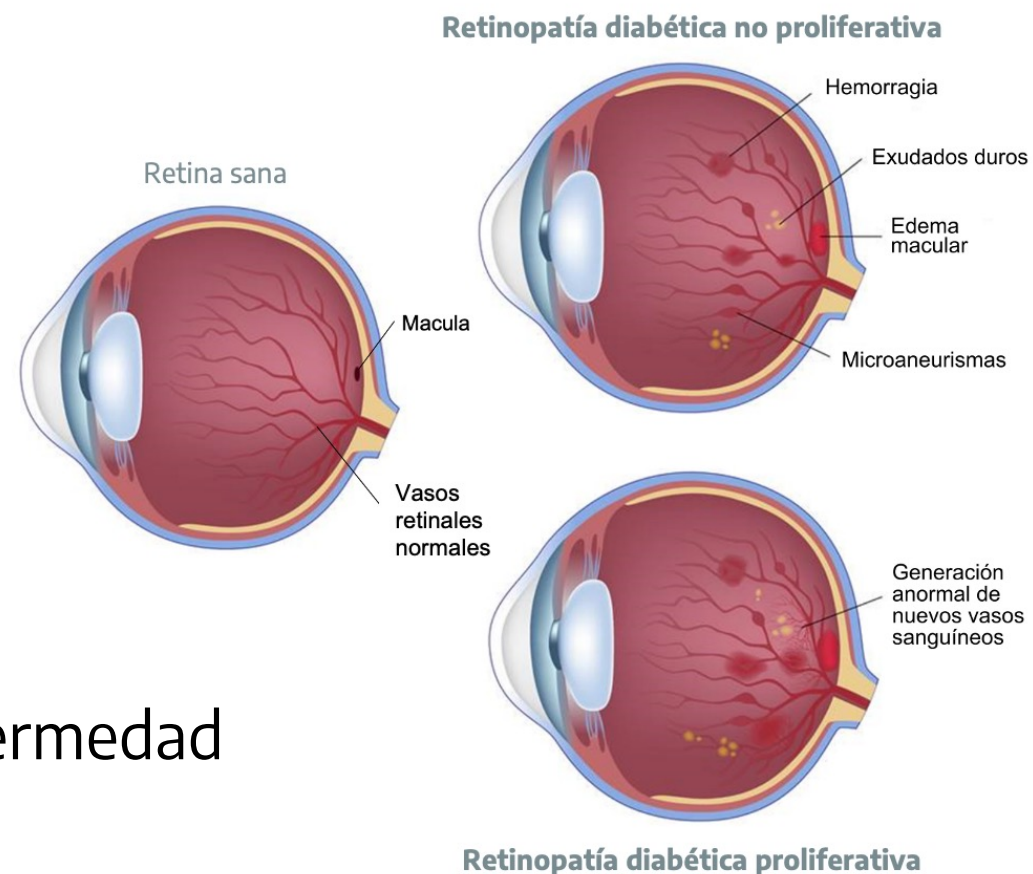
La retinopatía diabética

1era causa de **ceguera prevenible e irreversible** en **adultos en edad laboral**

Consecuencia de la **diabetes** mal tratada

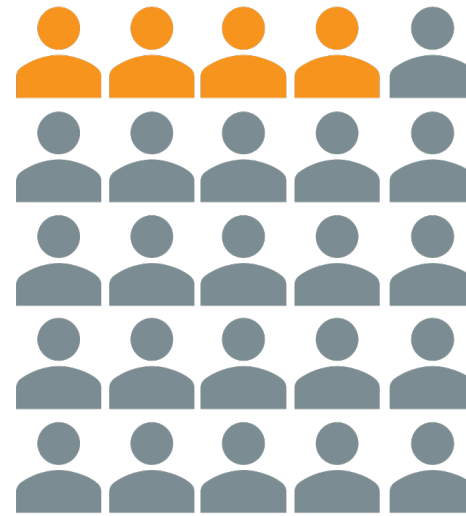
Prevalencia a los 20 años de padecer la enfermedad

- **100% en diabetes tipo I**
- **60% en diabetes tipo II**



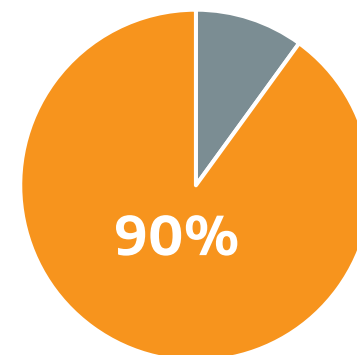
La retinopatía diabética en Argentina

Un **16% de los casos** de ceguera en Argentina **se deben a la retinopatía diabética no tratada**



Prevención de la retinopatía diabética

90% de los casos de **complicaciones graves y pérdida visual pueden prevenirse** si se detecta el caso a tiempo para el tratamiento



¹ *Cuidado ocular del paciente con diabetes: opiniones y recomendaciones de la SARyV.*
Carrasco et al. Revista OCE (CAO). 2013. https://oftalmologos.org.ar/oce_anteriores/items/show/68

² *Retinopatía diabética y agudeza visual en la primera consulta.*
Vouilloz et al. 11º Jornadas Científicas y de Gestión del Hospital El Cruce. 2018. <https://repositorio.hospitalelcruce.org/xmlui/handle/123456789/742?show=full>

Prevención de la retinopatía diabética

90% de los casos de **complicaciones graves y pérdida visual pueden prevenirse** si se detecta el caso a tiempo para el tratamiento

Se recomienda a la persona diabética acudir **una vez al año** a una **consulta oftalmológica**

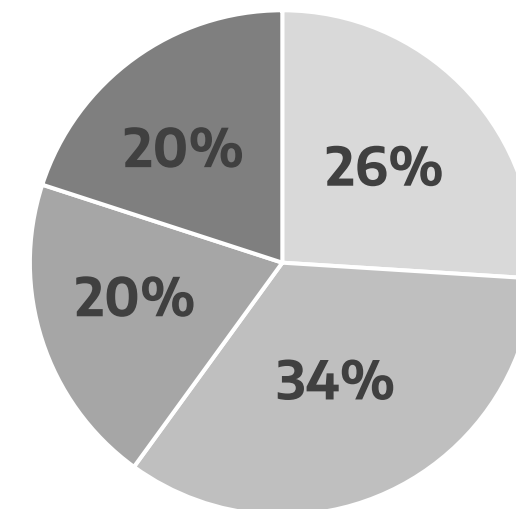


Prevención de la retinopatía diabética

El **77%** de las personas diabéticas **no cumple con el control oftalmológico anual** ¹

Más del **20%** de las personas que **acuden a la consulta** por síntomas ingresan **en estado de ceguera legal** ²

Agudeza visual (AV) en la primera consulta ²



- AV normal
- AV aceptable
- AV baja/moderada
- Ceguera legal

¹ Cuidado ocular del paciente con diabetes: opiniones y recomendaciones de la SARyV. Carrasco et al. Revista OCE (CAO). 2013. https://oftalmologos.org.ar/oce_anteriores/items/show/68

² Retinopatía diabética y agudeza visual en la primera consulta. Vouilloz et al. 11º Jornadas Científicas y de Gestión del Hospital El Cruce. 2018. <https://repositorio.hospitalelcruce.org/xmlui/handle/123456789/742?show=full>

Factores de la baja adhesión al control anual

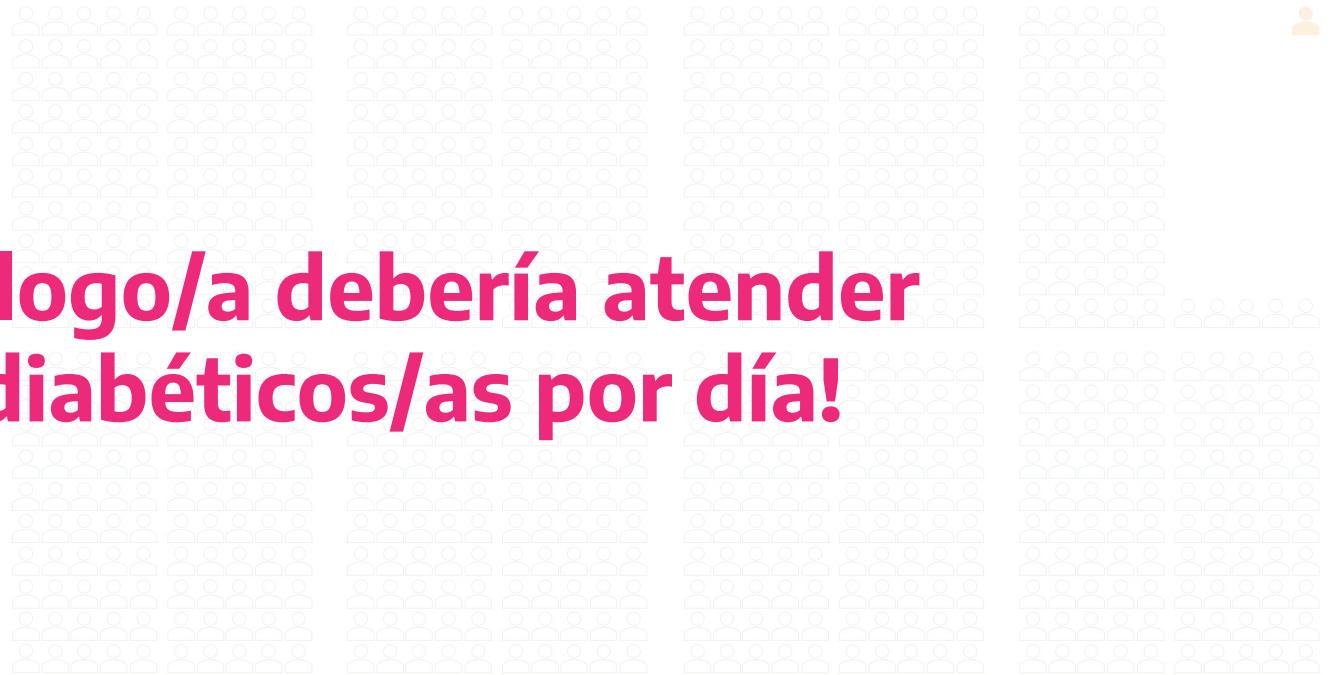
Poca disponibilidad de oftalmólogos/as

En Argentina: unos/as
3.443 oftalmólogos/as ¹

Equivale a 8 oftalmólogos/as
cada 100.000 habitantes ¹

1 oftalmólogo/a cada 755 personas
diabéticas ^{1,2}

**Cada oftalmólogo/a debería atender
a más de 2 diabéticos/as por día!**



¹ Análisis de la distribución geográfica de médicos especialistas en la República Argentina.

Navarro Pérez et al. Ministerio de Salud de la Nación. 2015. https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/05/884869/2015_ops_ms_arg_eadp_demo_medica_argentina-1.pdf

² Cuidado ocular del paciente con diabetes: opiniones y recomendaciones de la SARyV.

Carrasco et al. Revista OCE (CAO). 2013. https://oftalmologos.org.ar/oce_anteriores/items/show/68

Factores de la baja adhesión al control anual

Motivos económicos

El control tiene en Argentina un **costo aproximado** de **AR\$ 30.000 al año** ¹



¹ Valores a junio de 2021 extraídos del nomenclador del Consejo Argentino de Oftalmología (CAO)
<https://oftalmologos.org.ar/images/2021/nomenclador/202106-nomenclador.pdf>

**¿Cómo podemos llevar el control anual
a estas personas que se nos escapan?**



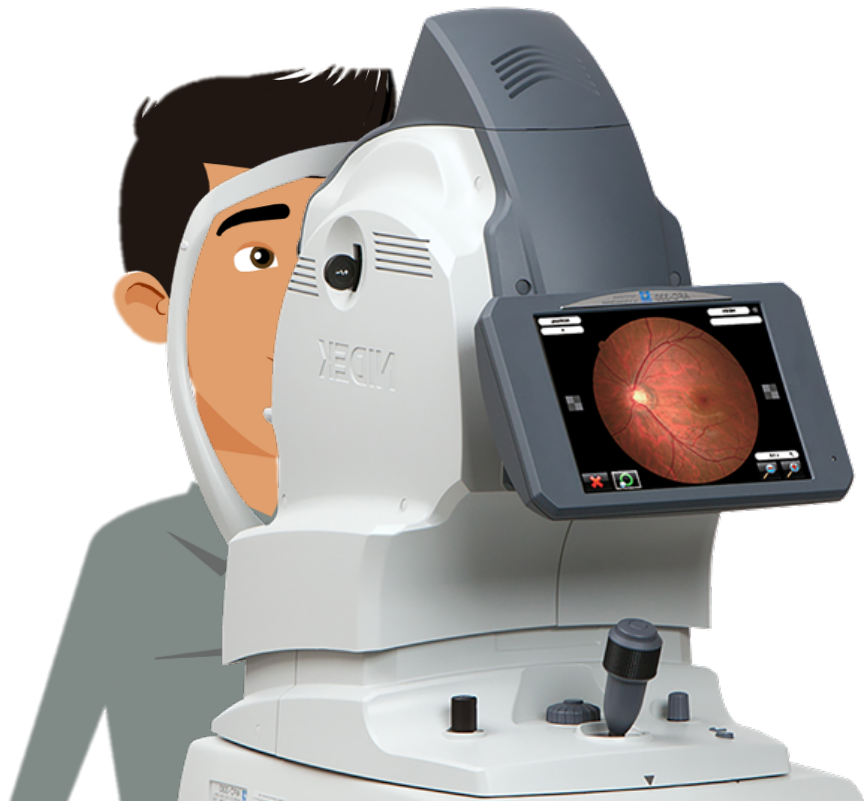
**¿Cómo podemos llevar el control anual
a estas personas que se nos escapan?**

telemedicina



La **telemedicina** como **alternativa de diagnóstico**

La **retinografía** o **fotografía de fondo de ojo**



La **telemedicina** como **alternativa de diagnóstico**

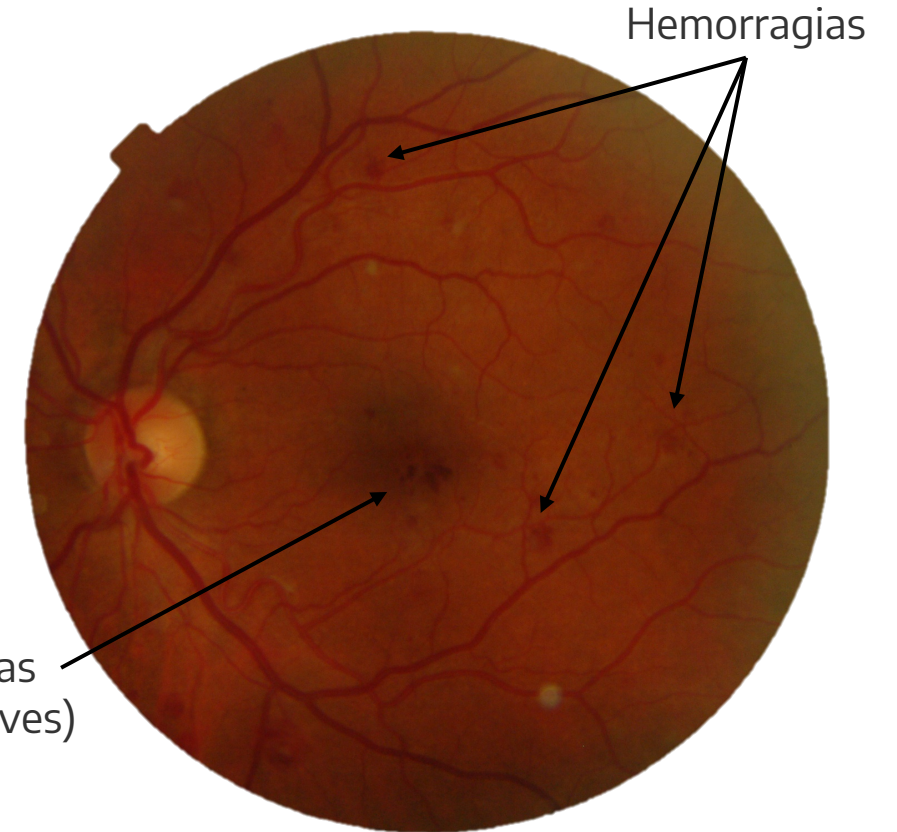
La **retinografía** o **fotografía de fondo de ojo**

Modalidad de **imagen médica no-invasiva e instantánea**

Permite **ver la retina**, estudiar sus regiones anatómicas y **verificar si existen lesiones por retinopatía**



Retinógrafo o
cámara de fondo de ojo

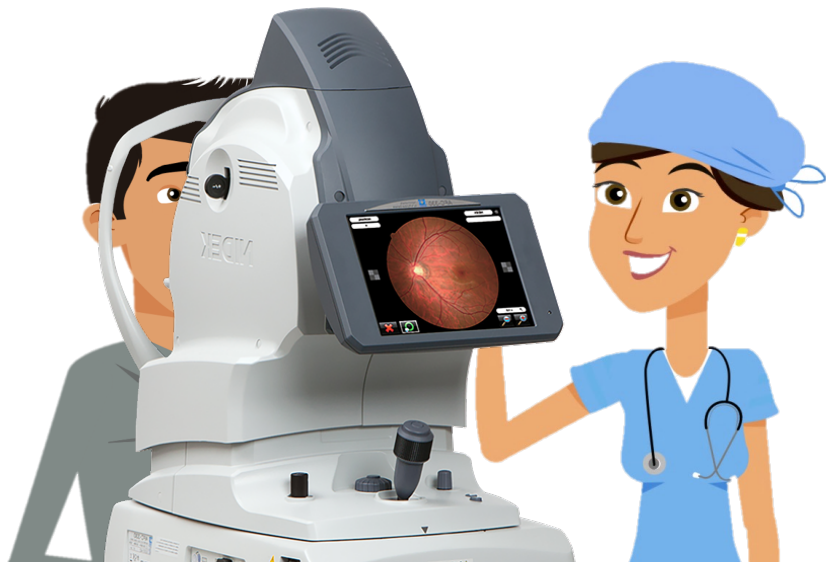


Fotografía de fondo de ojo

La **telemedicina** como **alternativa de diagnóstico**

La **retinografía** o **fotografía de fondo de ojo**

Equivalente al **examen de fondo de ojo tradicional**, pero **digital y persistente** (se guarda la imagen)



Fotografía de fondo de ojo

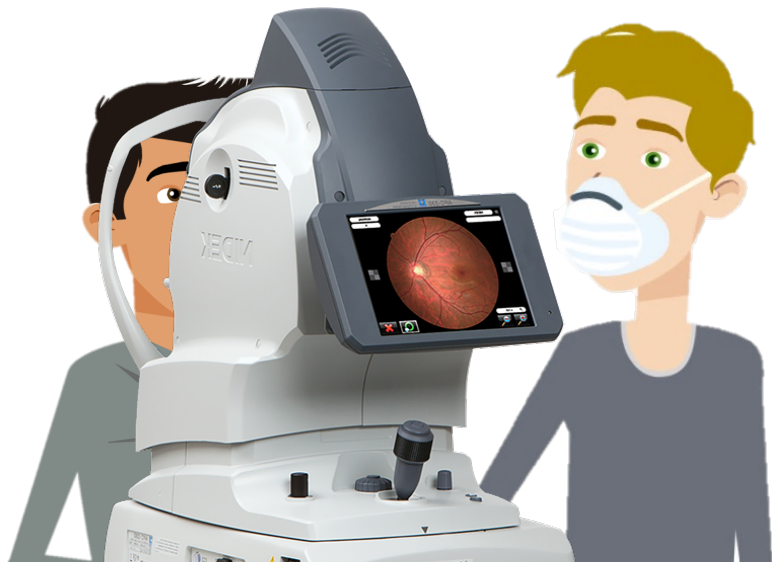
La **telemedicina** como **alternativa de diagnóstico**

La **retinografía** o **fotografía de fondo de ojo**

Equivalente al **examen de fondo de ojo tradicional**, pero **digital y persistente** (se guarda la imagen)

Versión no-midriática **es muy fácil de capturar** (no requiere dilatar previamente la pupila)

Ya no necesitamos un/a oftalmólogo/a en el lugar!



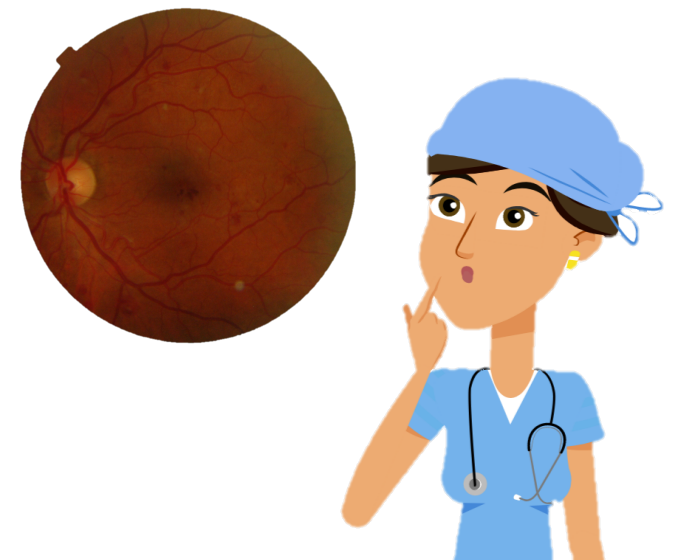
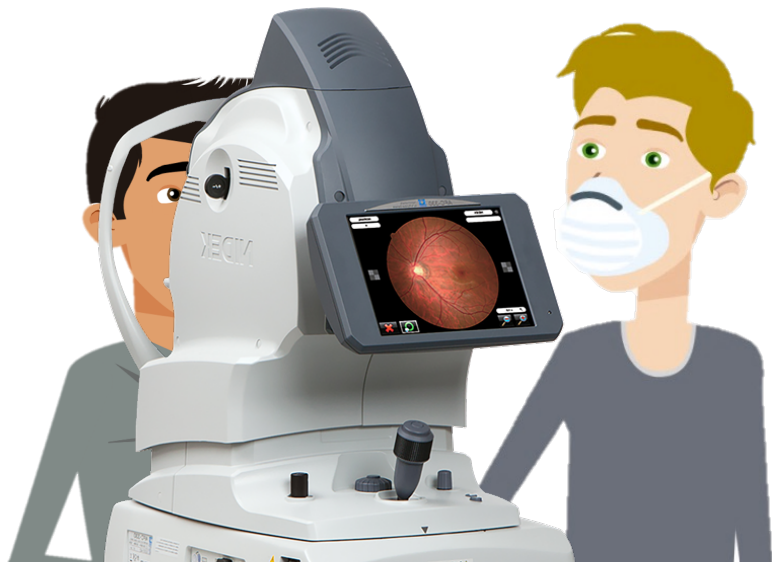
La **telemedicina** como **alternativa de diagnóstico**

La **retinografía** o **fotografía de fondo de ojo**

Equivalente al **examen de fondo de ojo tradicional**, pero **digital y persistente** (se guarda la imagen)

Versión no-midriática **es muy fácil de capturar** (no requiere dilatar previamente la pupila)

Ya no necesitamos un/a oftalmólogo/a en el lugar!



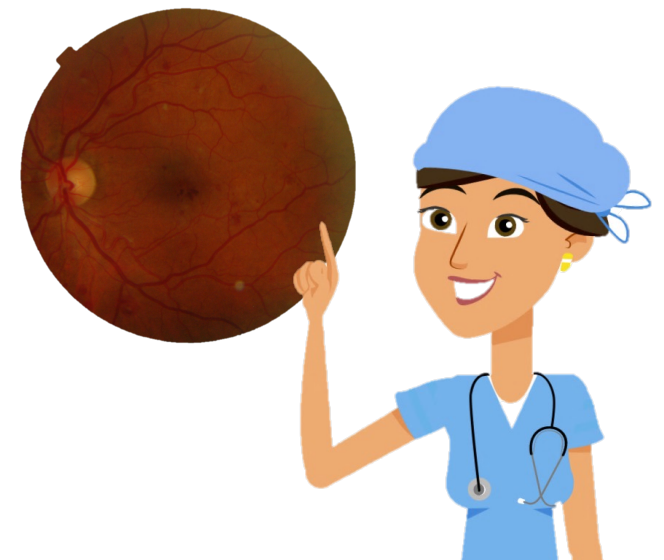
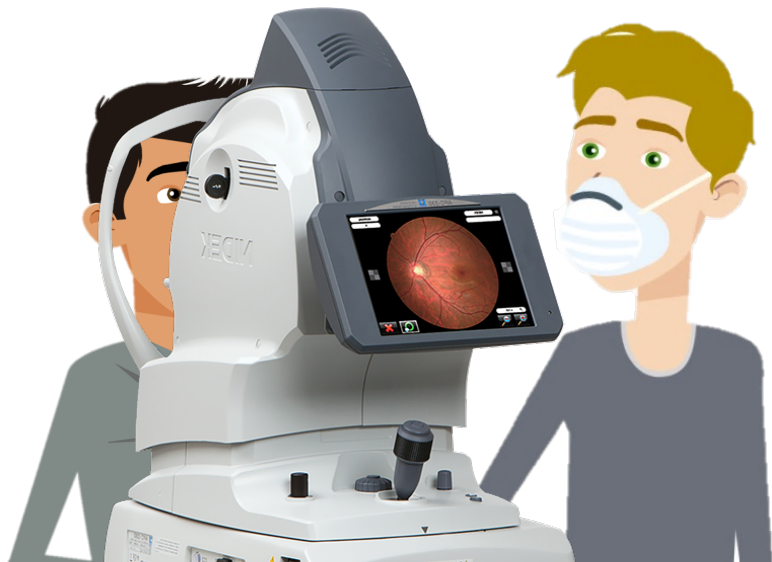
La **telemedicina** como **alternativa de diagnóstico**

La **retinografía** o **fotografía de fondo de ojo**

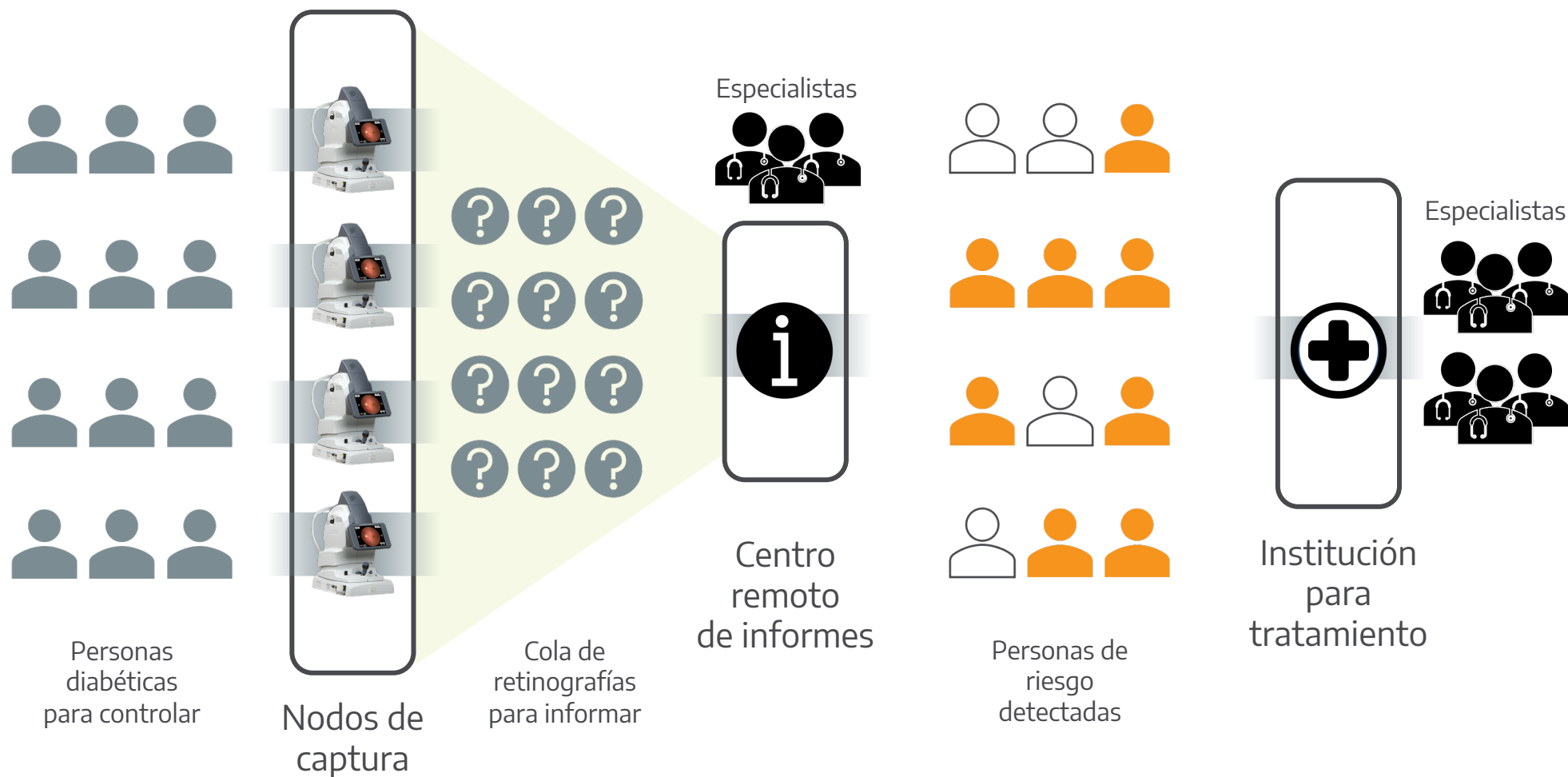
Equivalente al **examen de fondo de ojo tradicional**, pero **digital y persistente** (se guarda la imagen)

Versión no-midriática **es muy fácil de capturar** (no requiere dilatar previamente la pupila)

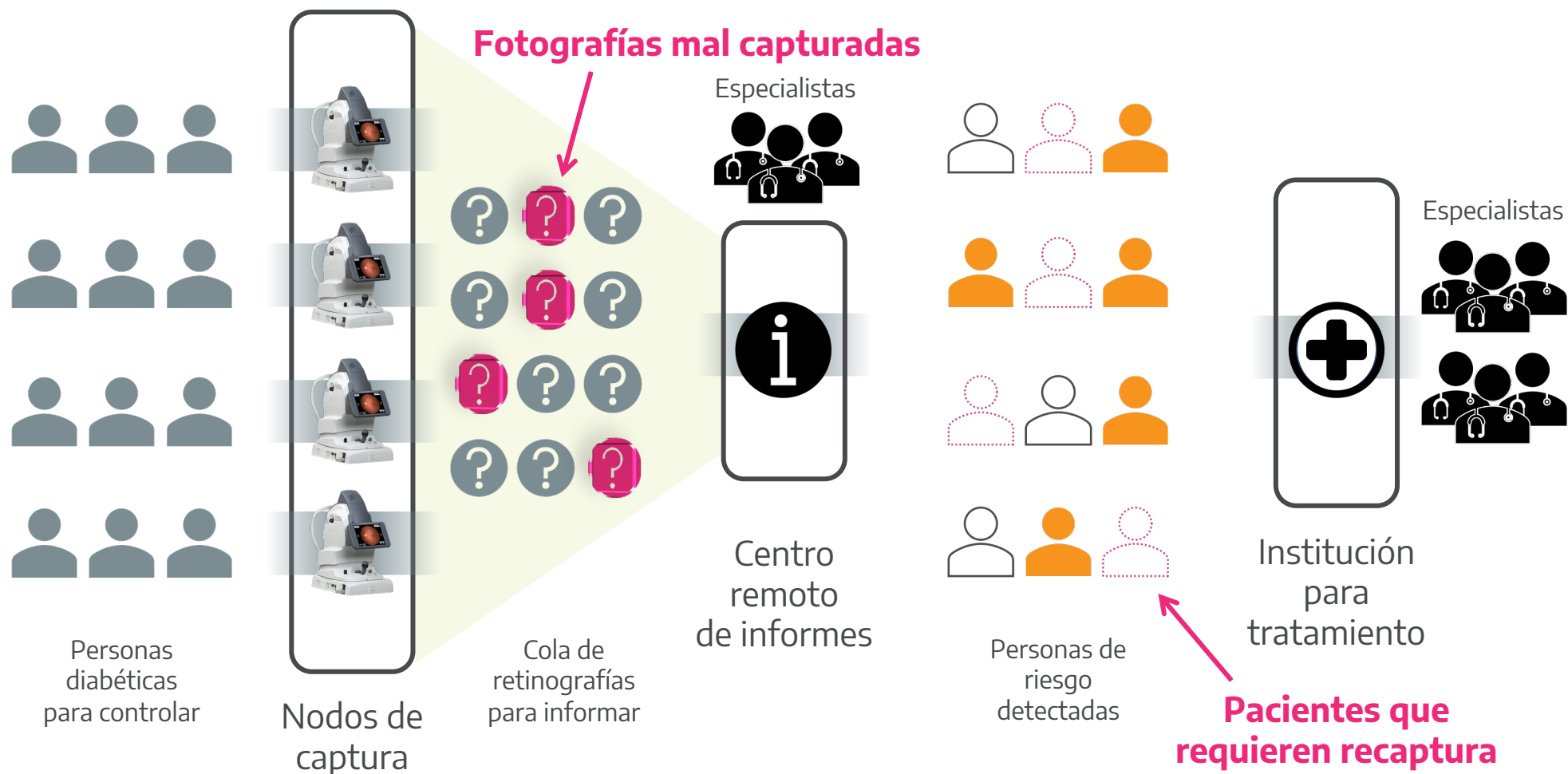
Ya no necesitamos un/a oftalmólogo/a en el lugar!



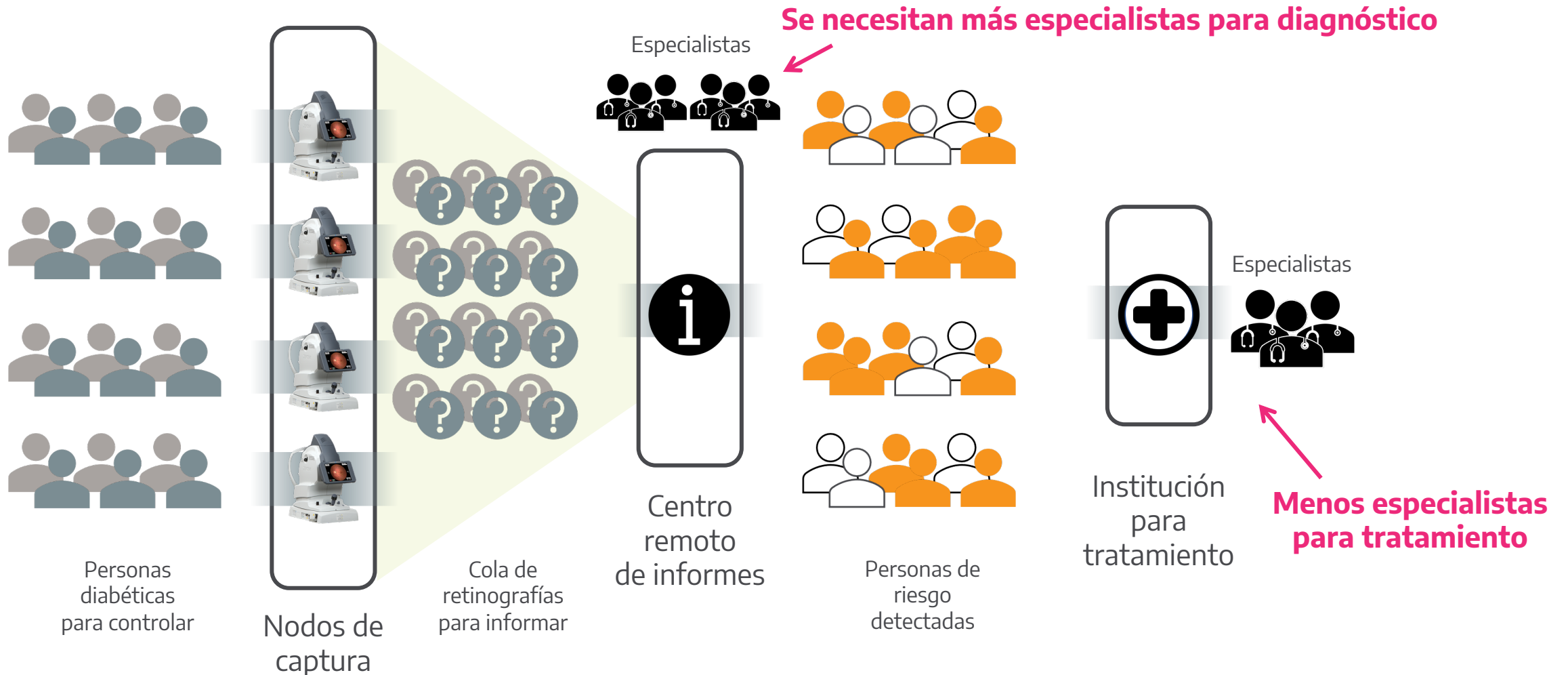
La telemedicina como alternativa de diagnóstico



Dificultades de la teleoftalmología tradicional



Dificultades de la teleoftalmología tradicional



retinar

Inteligencia artificial para el **diagnóstico asistido** de la **retinopatía diabética**

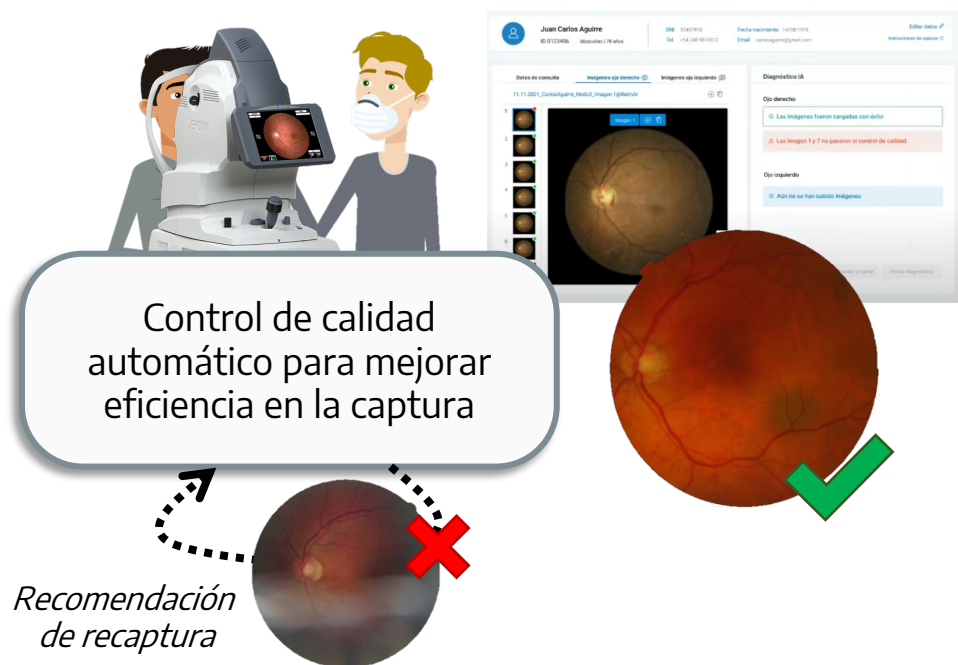


Inteligencia artificial para el diagnóstico asistido de la retinopatía diabética

Captura asistida en nodos remotos

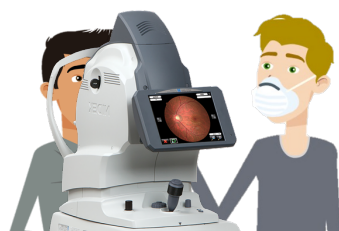
Pre-diagnóstico y tamizado de casos de riesgo

Diagnóstico e informe asistido



Inteligencia artificial para el diagnóstico asistido de la retinopatía diabética

Captura asistida en nodos remotos



Control de calidad automático para mejorar eficiencia en la captura

Recomendación de recaptura

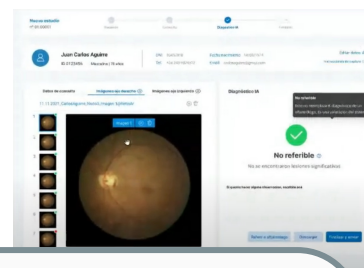


Pre-diagnóstico y tamizado de casos de riesgo

Pre-diagnóstico inmediato para el paciente



Informe detallado para el paciente y sugerencias de tratamiento

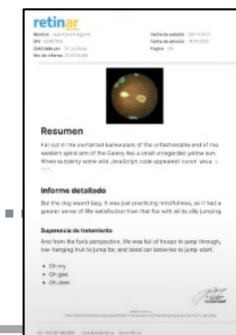
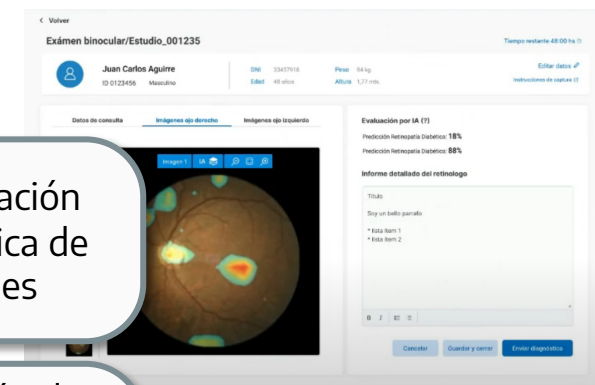


Determinación automática de necesidad de referibilidad del caso a un/a oftalmólogo/a

Diagnóstico e informe asistido

Identificación automática de lesiones

Predicción de severidad y riesgo de la retinopatía



Inteligencia artificial para el diagnóstico asistido de la retinopatía diabética

Determinación automática de necesidad de **referibilidad** del caso a un/a oftalmólogo/a

Trabajo Final de Ingeniería de Sistemas

Tomás Castilla (Becario INI / UNICEN)

Inteligencia artificial para el diagnóstico asistido de la retinopatía diabética

Determinación automática de necesidad de **referibilidad** del caso a un/a oftalmólogo/a

Necesitamos:

- Valores altos de sensibilidad y especificidad
- Robustez a variaciones en cámaras, comorbilidades, resoluciones, étnias, ...
- Feedback para el/la profesional

Inteligencia artificial para el diagnóstico asistido de la retinopatía diabética

Determinación automática de necesidad de **referibilidad** del caso a un/a oftalmólogo/a

IDRiD
(516)



Messidor-2
(1.748)



EyePACS
(88.696)



DiaRetDB1
(89)



ODIR
(7.000)



Datos no uniformes

- Estrategias de etiquetado
- Variaciones en la resolución del FOV

Inteligencia artificial para el diagnóstico asistido de la retinopatía diabética

Determinación automática de necesidad de **referibilidad** del caso a un/a oftalmólogo/a

IDRiD
(516)



Messidor-2
(1.748)



EyePACS
(88.696)



DiaRetDB1
(89)

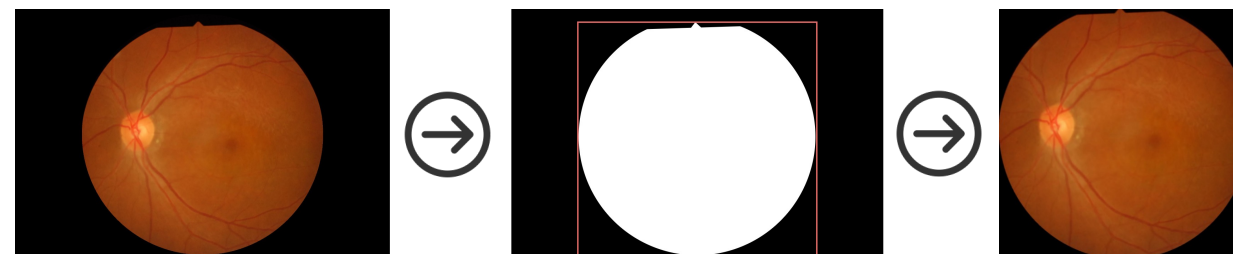


ODIR
(7.000)



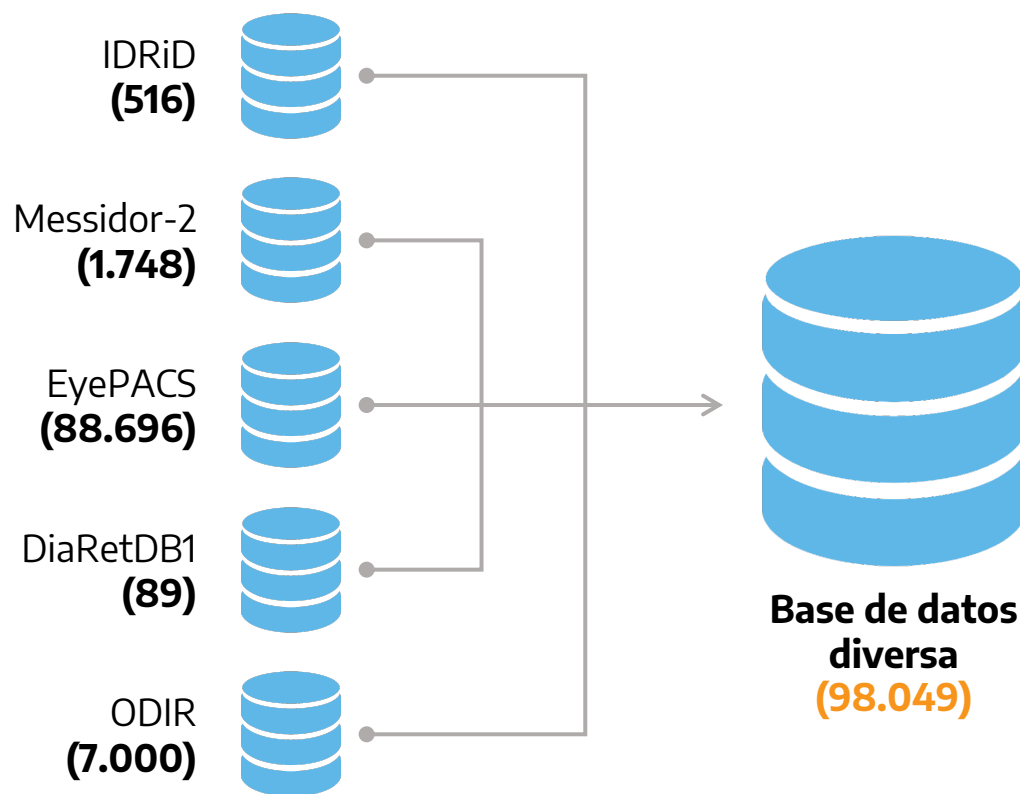
Datos no uniformes

- Estrategias de etiquetado
- Variaciones en la resolución del FOV



Inteligencia artificial para el diagnóstico asistido de la retinopatía diabética

Determinación automática de necesidad de **referibilidad** del caso a un/a oftalmólogo/a

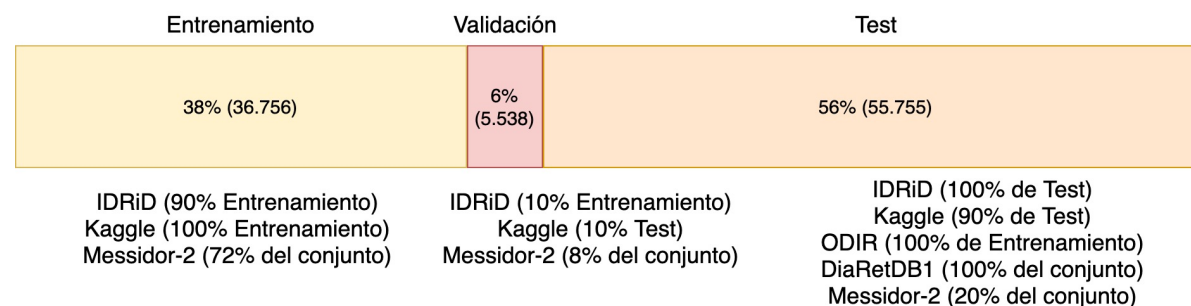


Inteligencia artificial para el diagnóstico asistido de la retinopatía diabética

Determinación automática de necesidad de **referibilidad** del caso a un/a oftalmólogo/a



Base de datos diversa
(98.049)

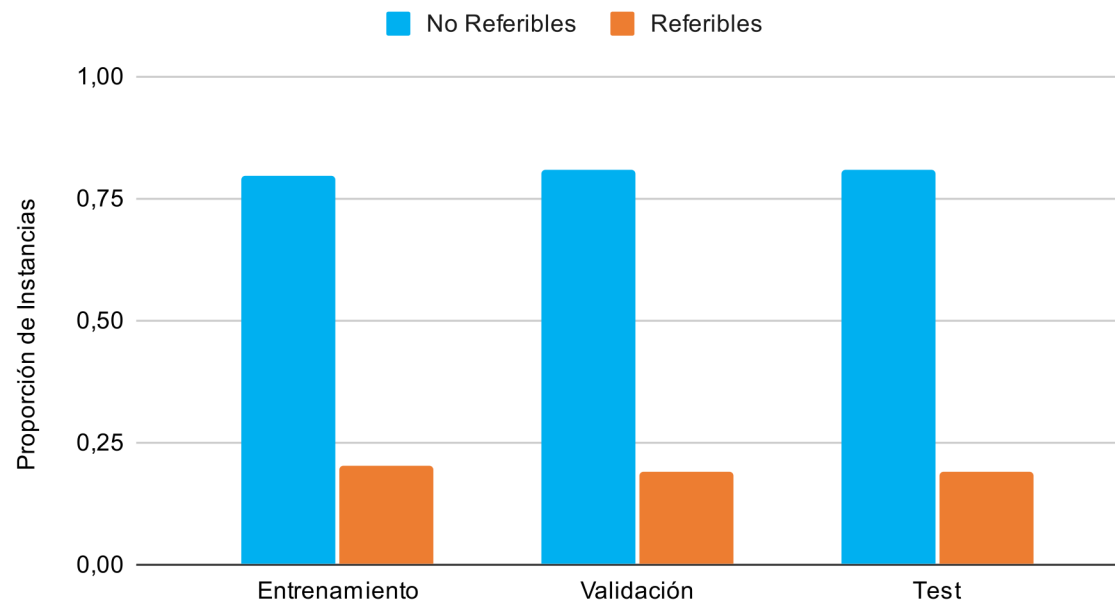


Inteligencia artificial para el diagnóstico asistido de la retinopatía diabética

Determinación automática de necesidad de **referibilidad** del caso a un/a oftalmólogo/a



Base de datos diversa
(98.049)



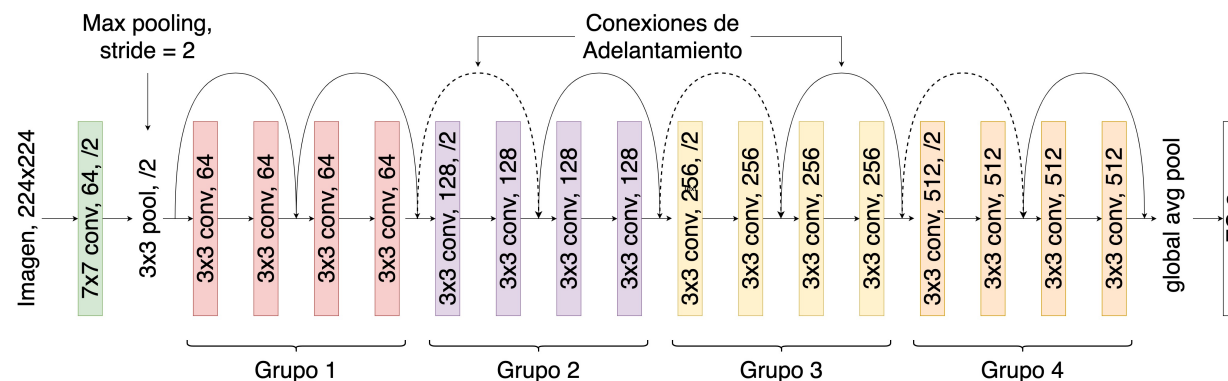
Inteligencia artificial para el diagnóstico asistido de la retinopatía diabética

Determinación automática de necesidad de **referibilidad** del caso a un/a oftalmólogo/a



Base de datos diversa
(98.049)

Modelo ResNet-18 preentrenado



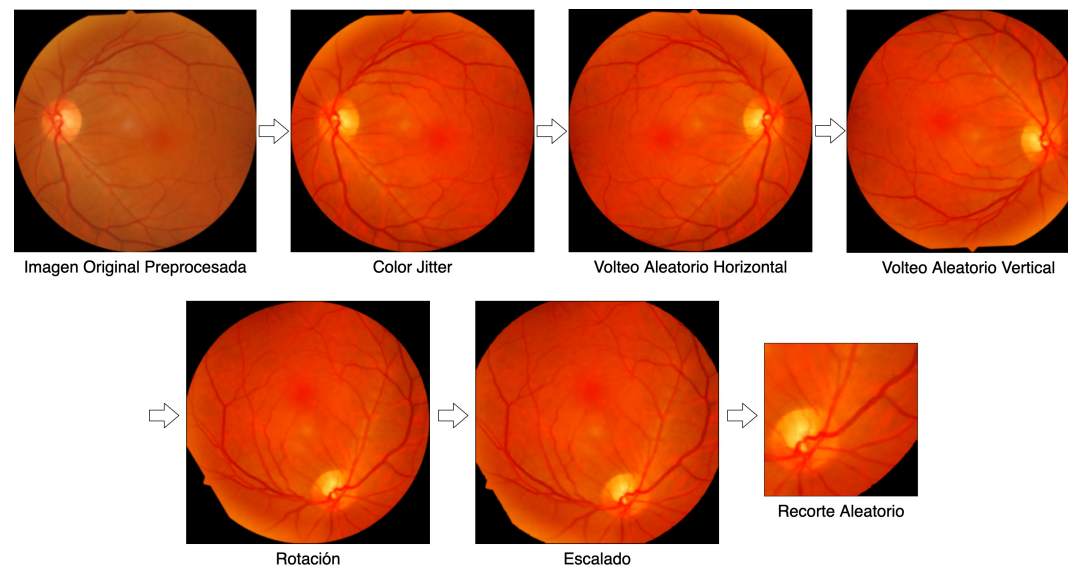
Inteligencia artificial para el diagnóstico asistido de la retinopatía diabética

Determinación automática de necesidad de **referibilidad** del caso a un/a oftalmólogo/a



Base de datos diversa
(98.049)

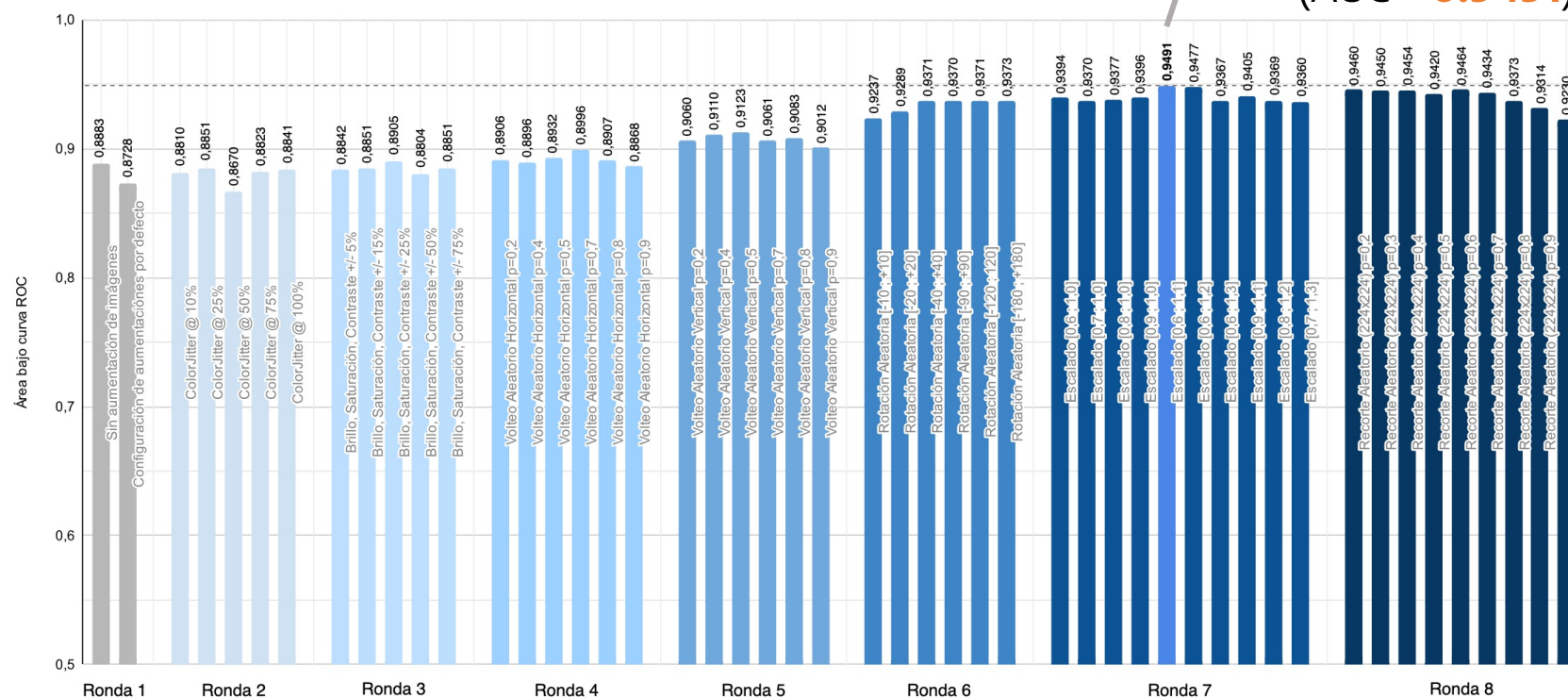
Ajuste sistemático de estrategias de augmentation



Inteligencia artificial para el diagnóstico asistido de la retinopatía diabética

Determinación automática de necesidad de **referibilidad** del caso a un/a oftalmólogo/a

Área bajo curva ROC de los modelos sobre conjunto de validación

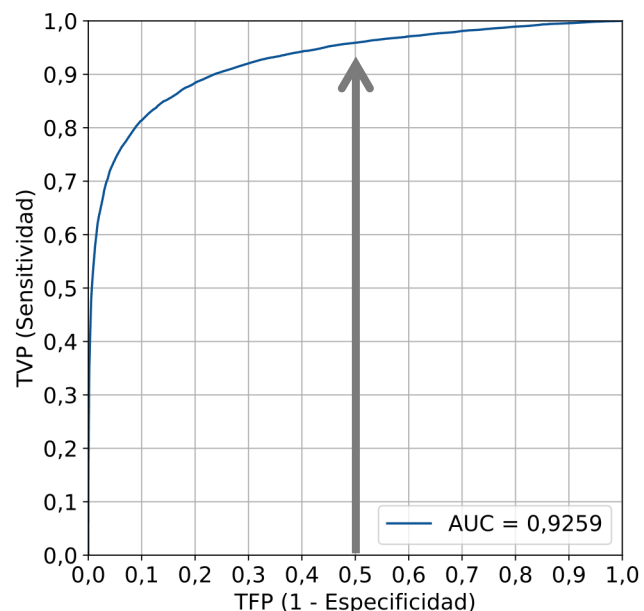


Mejor modelo
(AUC = **0.9491**)

Inteligencia artificial para el diagnóstico asistido de la retinopatía diabética

Evaluación cuantitativa

Determinación automática de necesidad de **referibilidad** del caso a un/a oftalmólogo/a



Mayor al 70%



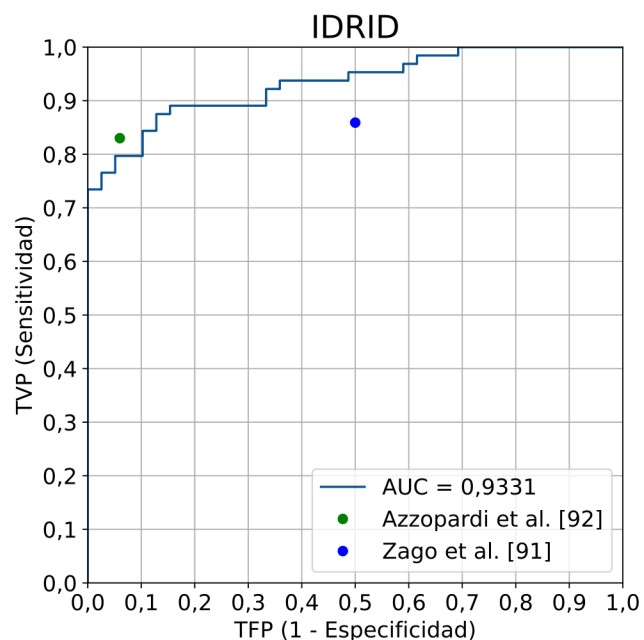
Conjunto	AUC	Sensitividad para Especificidad = 50%
DiaRetDB1	0.970	0.978
IDRiD	0.933	0.953
Kaggle	0.932	0.961
Messidor-2	0.934	0.934
ODIR	0.899	0.952
Global	0.926	0.959

Evaluation of a computer-aided diagnosis system for diabetic retinopathy screening on public data
Sanchez et al. Investigative Ophthalmology & Visual Sciences. 2011

Inteligencia artificial para el diagnóstico asistido de la retinopatía diabética

Evaluación cuantitativa

Determinación automática de necesidad de **referibilidad** del caso a un/a oftalmólogo/a



Efectividad comparable a la de otros trabajos de la literatura

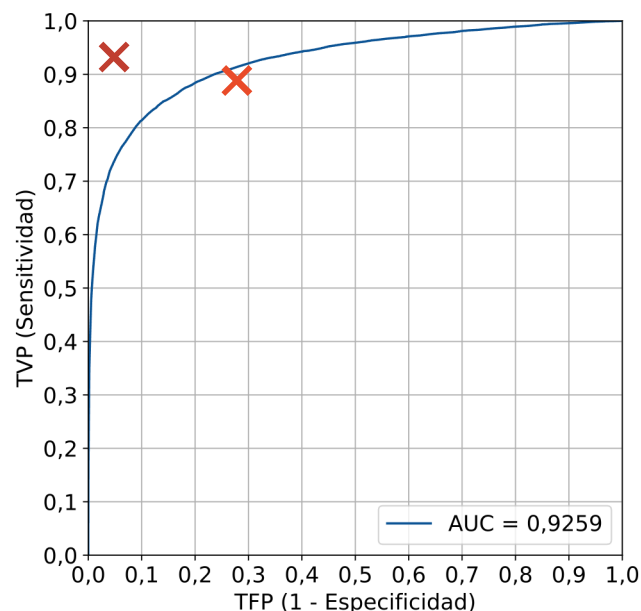


Sin haber incorporado aún modelado explícito del dominio

Inteligencia artificial para el diagnóstico asistido de la retinopatía diabética

Evaluación cuantitativa

Determinación automática de necesidad de **referibilidad** del caso a un/a oftalmólogo/a



retinar

AUC = 0.924

n = 55.755 estudios

IDx

AUC = 0.944

n = 137 estudios

Retinalyze®

AUC = 0.839

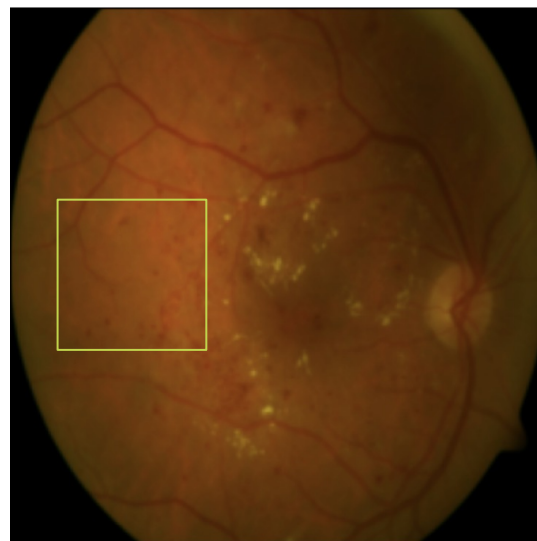
Analysis and Comparison of Two Artificial Intelligence Diabetic Retinopathy Screening Algorithms in a Pilot Study: IDx-DR and Retinalyze.

Grzybowski & Brona. Journal of Clinical Medicine. 2021

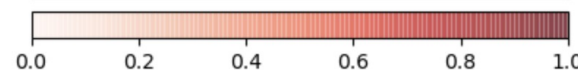
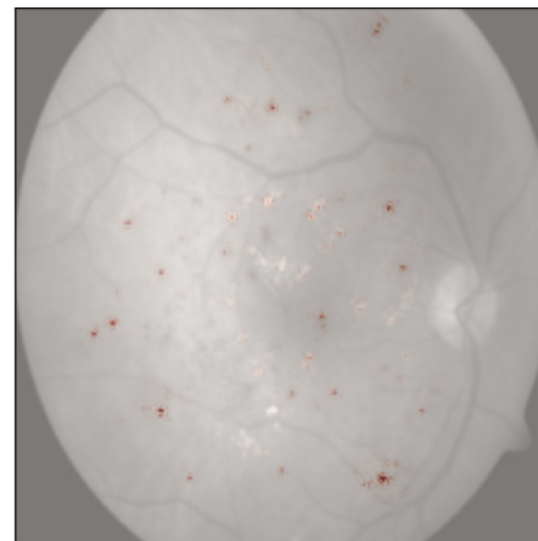
Inteligencia artificial para el diagnóstico asistido de la retinopatía diabética

Evaluación **cuantitativa** mediante **mapas de atribución**

Determinación automática de necesidad de **referibilidad** del caso a un/a oftalmólogo/a



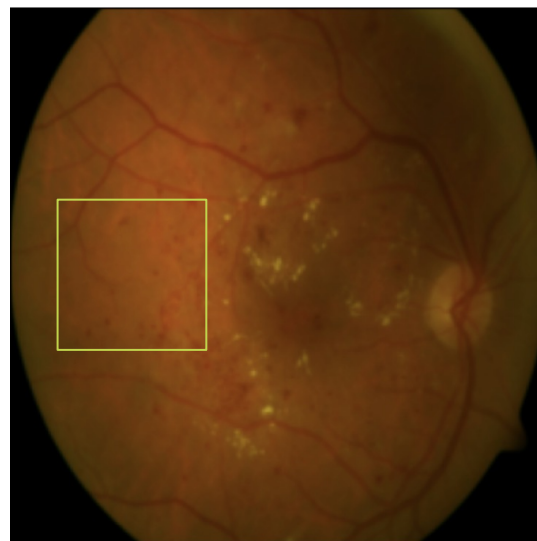
Caso referible



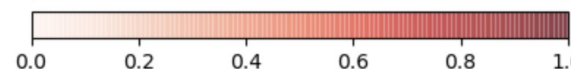
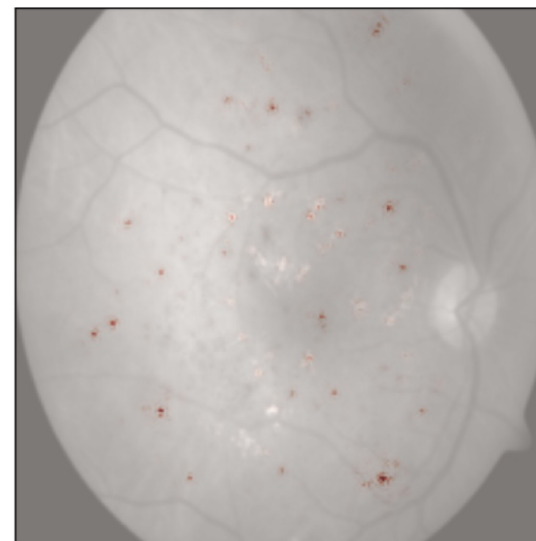
Inteligencia artificial para el diagnóstico asistido de la retinopatía diabética

Evaluación **cuantitativa** mediante **mapas de atribución**

Determinación automática de necesidad de **referibilidad** del caso a un/a oftalmólogo/a



Caso referible



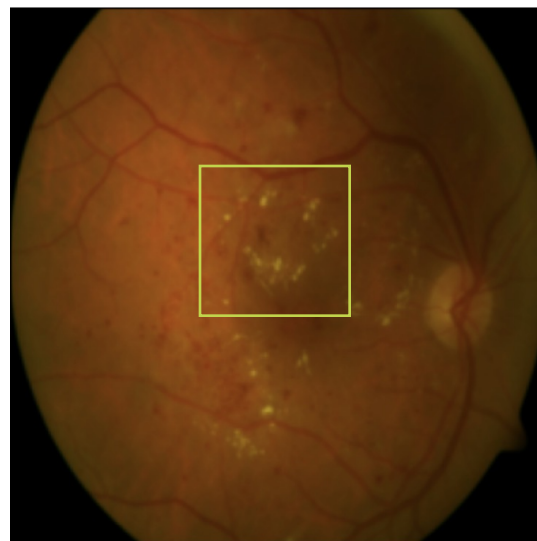
Activaciones en presencia de **lesiones rojas**



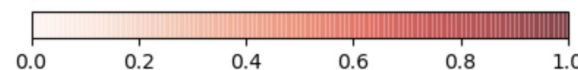
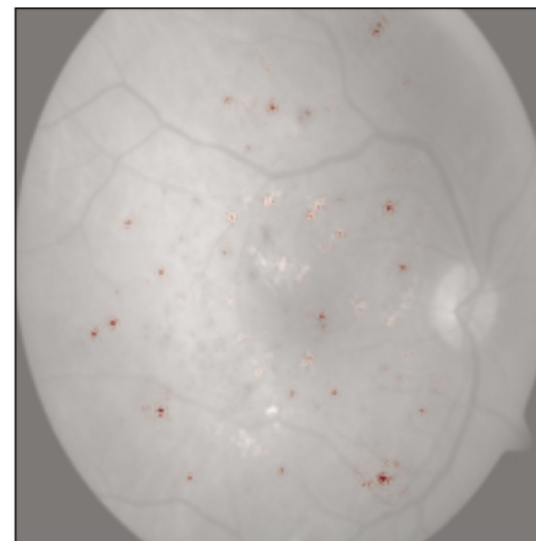
Inteligencia artificial para el diagnóstico asistido de la retinopatía diabética

Evaluación **cuantitativa** mediante **mapas de atribución**

Determinación automática de necesidad de **referibilidad** del caso a un/a oftalmólogo/a



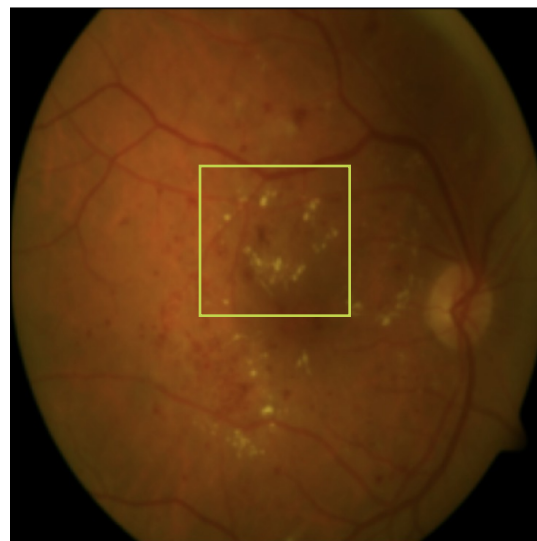
Caso referible



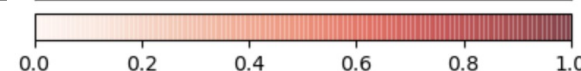
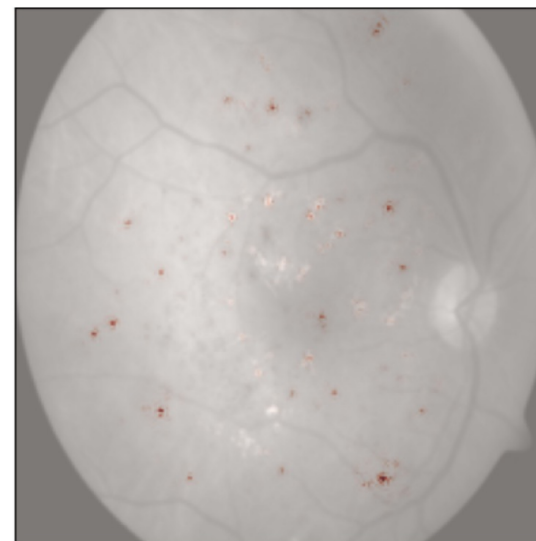
Inteligencia artificial para el diagnóstico asistido de la retinopatía diabética

Evaluación **cuantitativa** mediante **mapas de atribución**

Determinación automática de necesidad de **referibilidad** del caso a un/a oftalmólogo/a



Caso referible



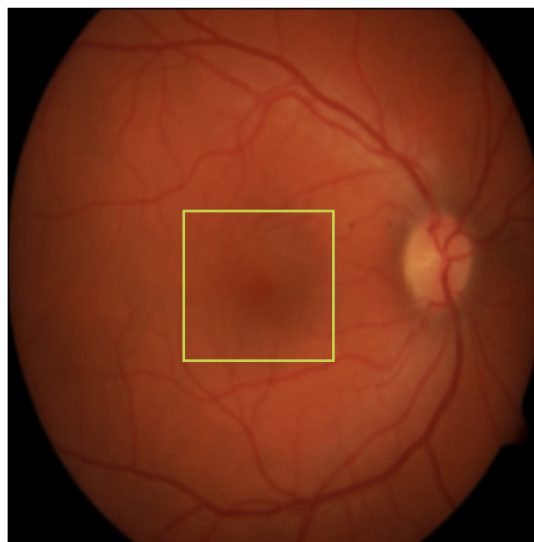
Activaciones en presencia de **exudados**



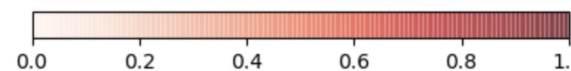
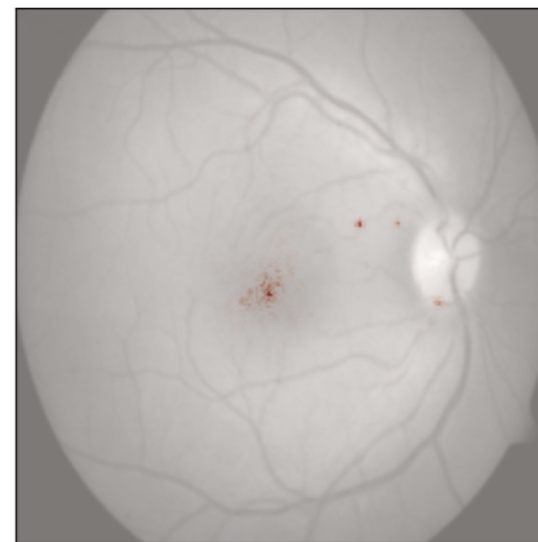
Inteligencia artificial para el diagnóstico asistido de la retinopatía diabética

Evaluación **cuantitativa** mediante **mapas de atribución**

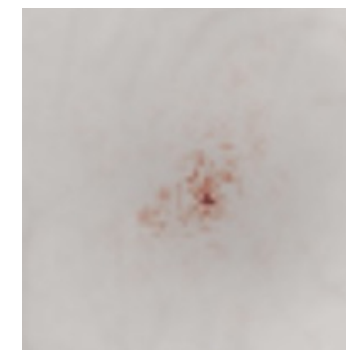
Determinación automática de necesidad de **referibilidad** del caso a un/a oftalmólogo/a



Caso no referible

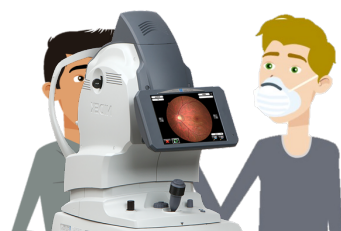


Activaciones en la **región macular** (sin lesiones)



Inteligencia artificial para el diagnóstico asistido de la retinopatía diabética

Captura asistida en nodos remotos



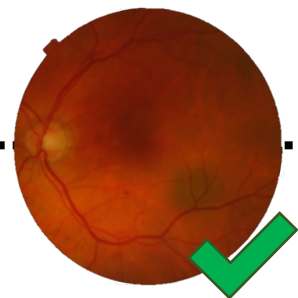
Control de calidad automático para mejorar eficiencia en la captura

Recomendación de recaptura

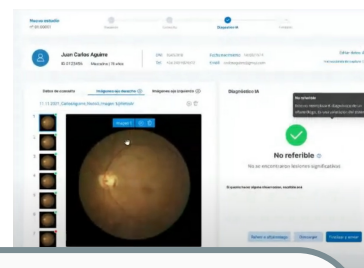


Pre-diagnóstico y tamizado de casos de riesgo

Pre-diagnóstico inmediato para el paciente



Informe detallado para el paciente y sugerencias de tratamiento

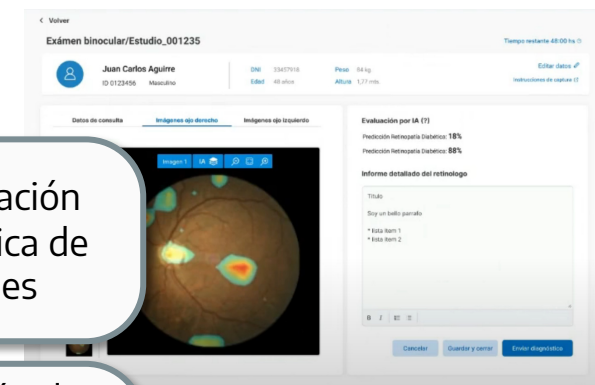


Determinación automática de necesidad de referibilidad del caso a un/a oftalmólogo/a

Diagnóstico e informe asistido

Identificación automática de lesiones

Predicción de severidad y riesgo de la retinopatía



¿Dónde estamos ahora?

retinar

Fase 1: Desarrollo del MVP



Ministerio de
Desarrollo Productivo
Argentina

Determinación automática
de necesidad de
referibilidad del caso a un/a
oftalmólogo/a



Estudio retrospectivo de efectividad clínica del algoritmo



Evaluación comparativa más estandarizada

Control de calidad
automático para mejorar
eficiencia en la captura



Entrenamiento de algoritmos base de clasificación



Evaluación + clustering para recomendación de correcciones



¿Dónde estamos ahora?

retinar

Fase 1: Desarrollo del MVP



Ministerio de
Desarrollo Productivo
Argentina



PAC Emprendedores para la Innovación:
Desarrollo del prototipo navegable / funcional



Interfaz
Técnico/a

Interfaz
Retinólogo/a

Interfaz
Paciente



Plan de crecimiento

Fase 1: Desarrollo del MVP

Fase 2: Prueba piloto en instituciones de salud

Fase 3: Integración de módulos de grado de RD, riesgo de EMD y cuantificación de lesiones

Fase 4: Registración temporal de estudios para análisis de cambios longitudinales

Fase 5: Integración de módulos para glaucoma



Nuestro equipo



José Ignacio Orlando

Co-fundador / IA

Especialista en IA aplicada en oftalmología

Doctor en Matemática Computacional e Industrial e Ingeniero de Sistemas.

Investigador Asistente de CONICET (PLADEMA/UNICEN)



Mercedes Leguía

Co-fundadora / Retina

Médica oftalmóloga especialista en retina

Jefa del Servicio de Oftalmología del Hospital "El Cruce"
Postgrado clínico/quirúrgico en patología de retina/vítreo.



Alejandro Koch

Co-fundador / Telemedicina

Médico cardiólogo especialista en telemedicina

Coordinador del Área de Telemedicina del Hospital "El Cruce". Postgrado en Economía y Gestión de la Salud y en Telesalud.



Ignacio Larrabide

Co-fundador / Tecnología

Especialista en tecnología aplicada en salud

Doctor en Modelado Computacional e Ingeniero de Sistemas.
Investigador Independiente de CONICET (PLADEMA/UNICEN)

¿Te interesa investigar en temas de oftalmología e inteligencia artificial?

¡Podés sumarte a Yatiris, nuestro laboratorio en Tandil!

Escribinos a jiorando@pladema.exa.unicen.edu.ar



Web: <https://yatiris.github.io>

Twitter: @yatirisARG



conocé más en
retinar.com.ar

