

LECG

LEARN ECG



Dispositivo diseñado para facilitar la práctica de interpretación de electrocardiogramas (ECG) dirigido a estudiantes y/o profesionales de medicina humana.

Ingeniería Biomédica

Introducción a Señales Biomédicas

Proyecto Final

2024 - I

Integrantes

Sofía Natalia Sotelo Castillo

Introducción

Estadísticas mundiales

30% de las muertes registradas atribuidas a problemas cardiovasculares [1]

OMS

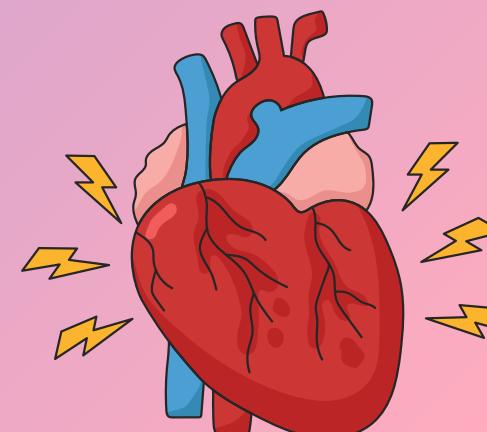


Introducción

Estadísticas nacionales

2º causa de muerte en el Perú, con una incidencia del **20%** [1]

INCOR



Más de **100** casos de infarto agudo al miocardio **diario** [2]

SOPECARD



1/3 de los pacientes fatales no reconocen los síntomas a tiempo o no pueden acceder a atención médica [2]

SOPECARD



Introducción

Acceso a especialistas

42 médicos especialistas por cada **100,000** habitantes [3]

MINSA

solo **1,292** doctores son especialistas en cardiología de **106,595** [4]

CMP

Pasco solo cuenta con 2 especialistas [4]

CMP

735 están ubicados en Lima



Introducción

De las 05 entrevistas realizadas tanto a estudiantes como a profesionales de medicina humana se determinó lo siguiente

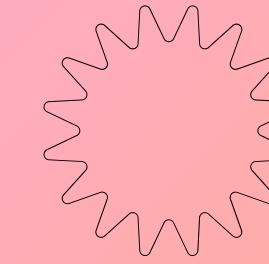
Debido a la pandemia, varios estudiantes de medicina no aprendieron a profundidad la interpretación de ECG

Necesidad de una plataforma de enseñanza

Aprendizaje dinámico incorporado a este dispositivo

Personas entrevistadas

1. Jimena Vargas (7mo ciclo - UCS)
2. María Isabel Encalada (9no ciclo - UPC)
3. Alexandra Echevarría Alvarez (10mo ciclo - USMP)
4. Rodrigo Mejía Dávila (11avo ciclo - UPAO)
5. María Jose Mejía Dávila (médico de emergencia en el Hospital Privado Juan Pablo II)



Planteamiento del problema

La falta de acceso a especialistas y tecnología como los ECG, complicando el tratamiento y diagnóstico de enfermedades cardíacas y obstaculizando la atención cardiovascular de calidad. Los futuros profesionales de la salud requieren una plataforma de enseñanza que facilite un aprendizaje dinámico en la interpretación de ECG. Actualmente, se están desarrollando algoritmos de aprendizaje automático para identificar la fibrilación auricular con éxito, lo que podría ser una solución viable. Sin embargo, aunque existen dispositivos que integran el aprendizaje automático para facilitar el diagnóstico de anomalías cardíacas, ninguno se enfoca específicamente en la enseñanza.

Justificación

Design and Implementation of an Atrial Fibrillation Detection Algorithm on the ARM Cortex-M4 Microcontroller

Classifier	Sensitivity $Se = \frac{TP}{TP+FN}$	Specificity $Sp = \frac{TN}{TN+FP}$
SVM RBF (described in this paper)	98.4%	95.8%
Tuboly et al. [37]	97.6%	93.0%
Tison et al. [39]	98.0%	90.2%
Tateno and Glass [38]	93.2%	96.7%
Petmezas et al. [40]	97.9%	99.3%

El estudio demuestra que el algoritmo de machine learning puede identificar la fibrilación auricular (FA) con alta precisión, usando SVM y la base de datos PhysioNet/Computing in Cardiology Challenge 2020.

Sensitividad: 98.4%

Especificidad: 95.8% [7]

Justificación

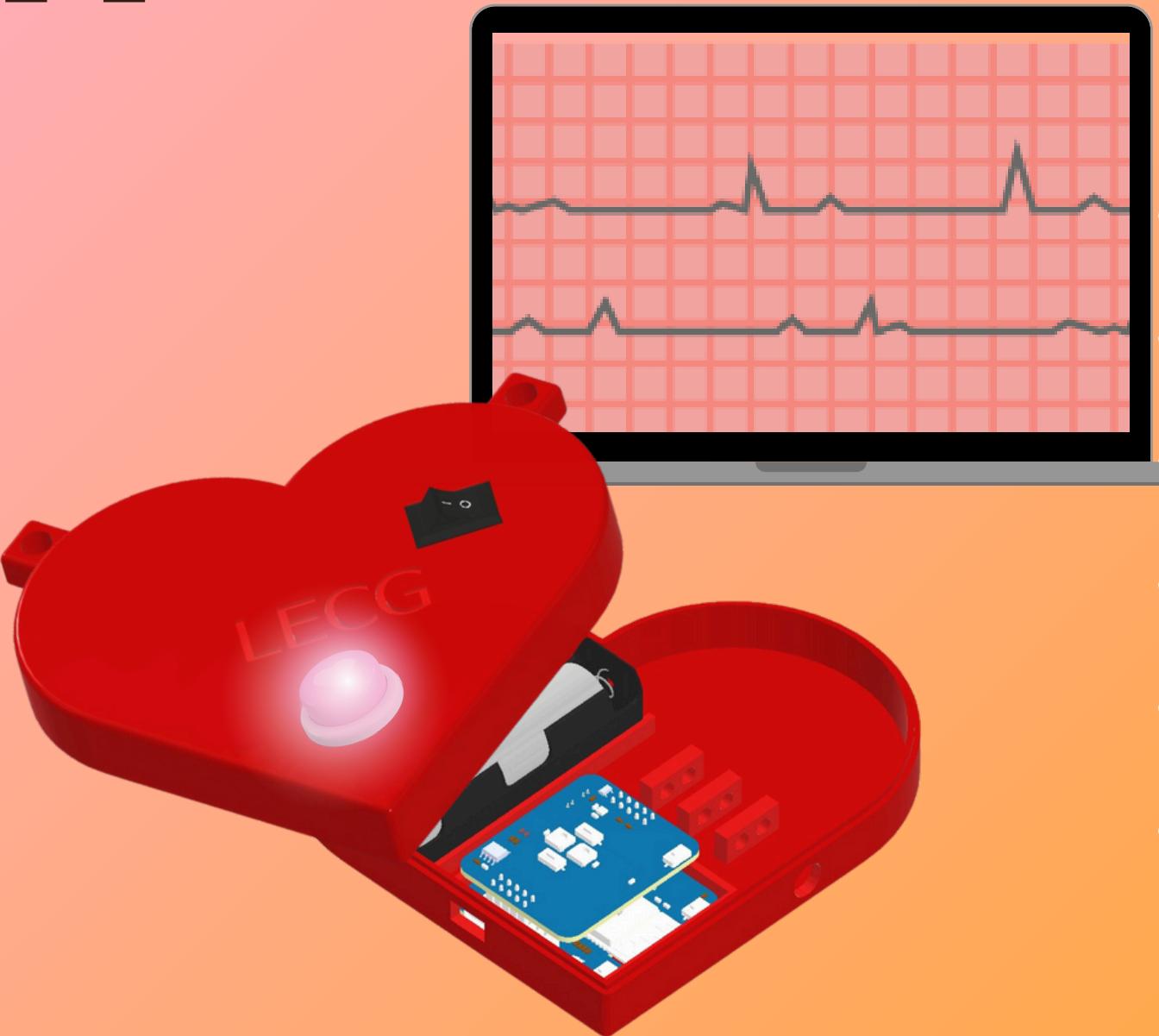
A Study of R–R Interval Transition Matrix Features for Machine Learning Algorithms in AFib Detection

		To:		
		Short	Regular	Long
From:	Short	StoS	StoR	StoL
	Regular	RtoS	RtoR	RtoL
	Long	LtoS	LtoR	LtoL

Generan una matriz de características de transición, la cual consistió en clasificar cada intervalo RR en corto, mediano y largo, basandonos en cómo se comparan con la media. La transición entre intervalos RR se nombra según la clasificación de los dos intervalos RR que comprenden esa transición. [8]

Propuesta de solución

**Software diseñado para facilitar la práctica
de interpretación de electrocardiogramas
(ECG) dirigido a estudiantes y/o
profesionales de medicina humana.**

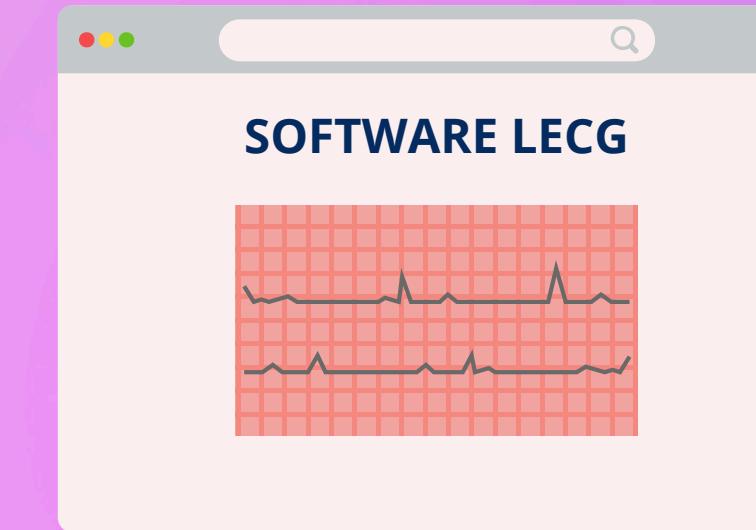


Funcionamiento del Software



Tomar las mediciones con el dispositivo LECG

1



SOFTWARE LECG

2

Enviar al software LECG en Python

Utilizar Machine Learning para identificar el tipo de anomalía presente pero no se revelará la respuesta

3



SERVIDOR LOCAL LECG

FIBRILACIÓN AURICULAR

4



Fibrilación auricular

No presenta

Otra anomalía

No se puede distinguir

¡CORRECTO!

+5 PUNTOS

¡INCORRECTO!

+0 PUNTOS

5

Se asigna el puntaje correspondiente

Metodología

**PhysioNet/Computing in
Cardiology Challenge 2020**
[8]

DWT db6. Eliminar D1 y D2, y
A10 [7]

Matriz de características de
transición, RR, RR200, RMS,
desviación estándar,
desviación absoluta mediana
(MAD), coeficiente de
variación, rango intercuartil,
rango y el índice GINI [8].

Señales utilizadas

Preprocesamiento

**Extracción de
características**

Metodología

Eliminamos 'ShorttoShort',
'ShorttoLong' y 'LongtoShort'

diagramas de caja y bigotes ,
tabla de estadísticas
descriptivas, Shapiro-Wilk

SVM con las características:
'ShorttoRegular',
'RegulartoLong', 'LongtoLong',
y 'RRvar'.

**Eliminación de valores
atípicos**

Analisis estadístico

Clasificador

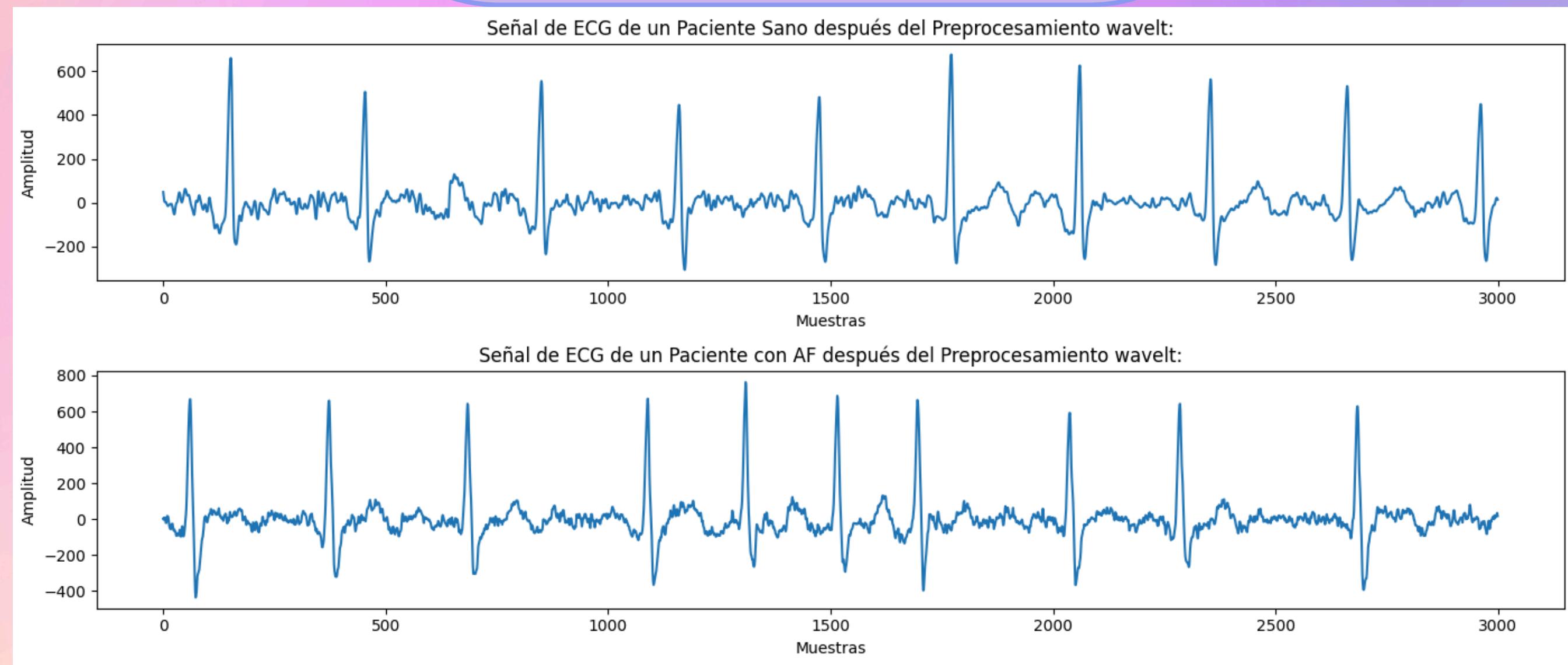
Metodología



Interfaz

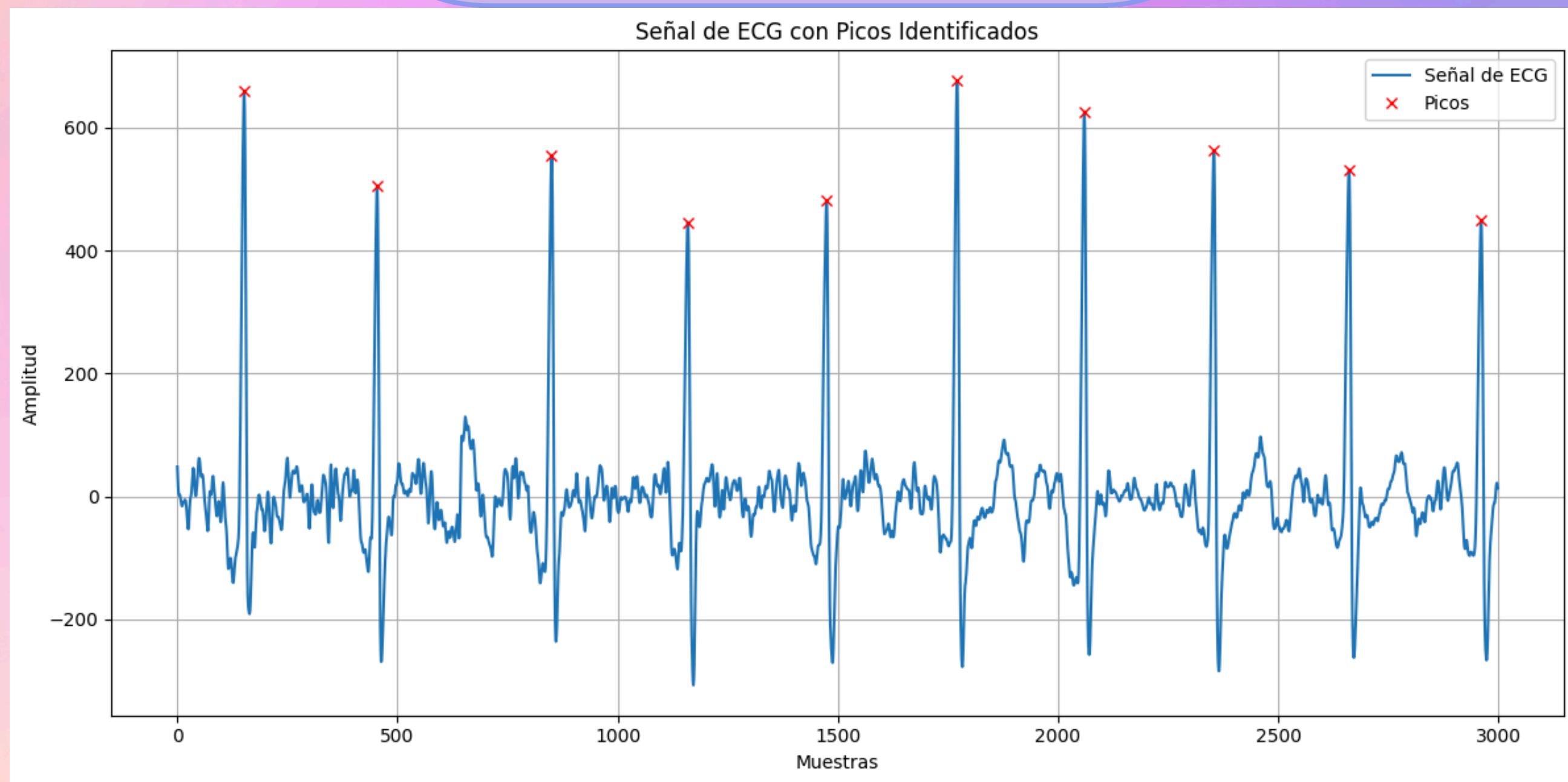
Resultados

Filtrado DWT

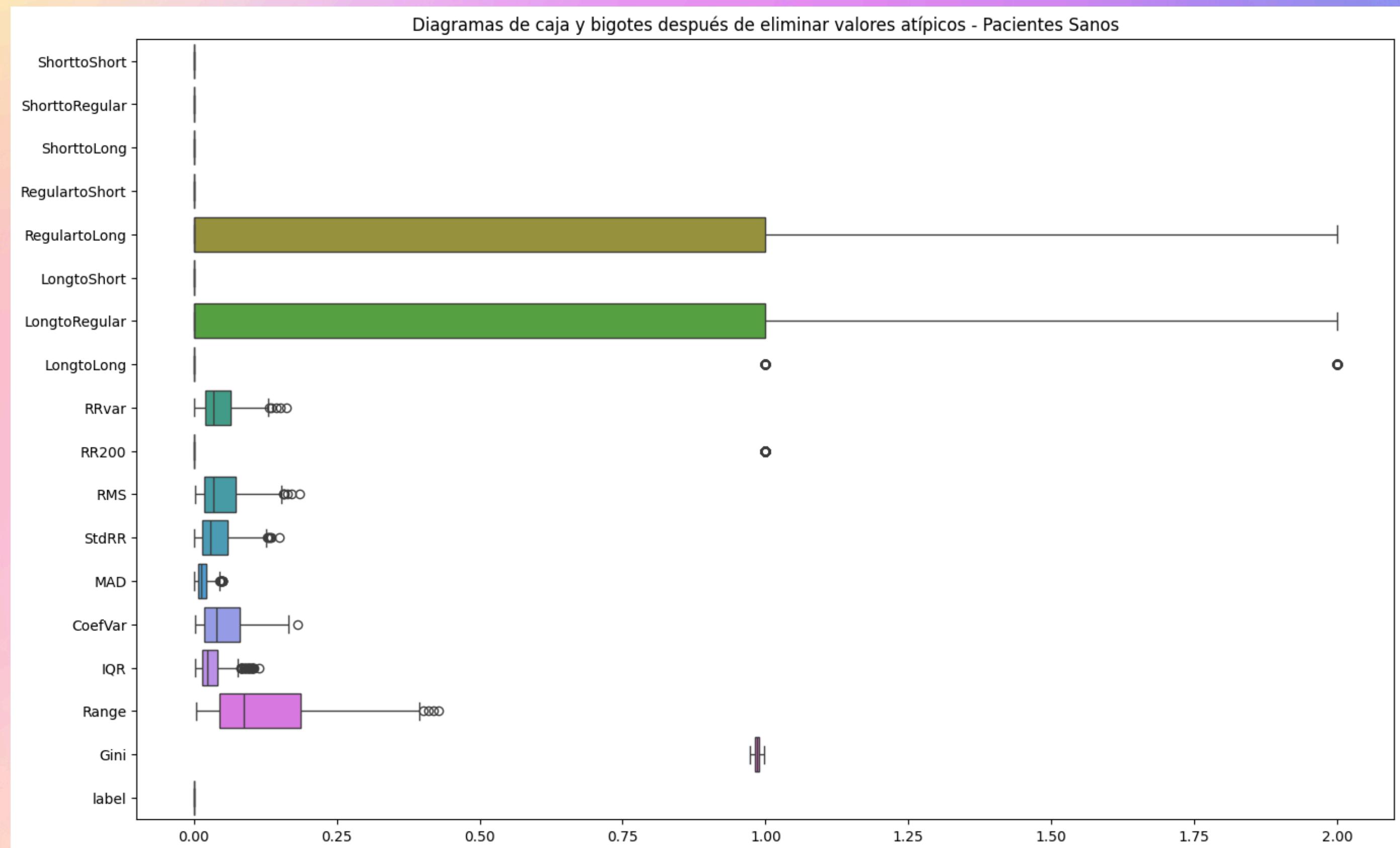


Resultados

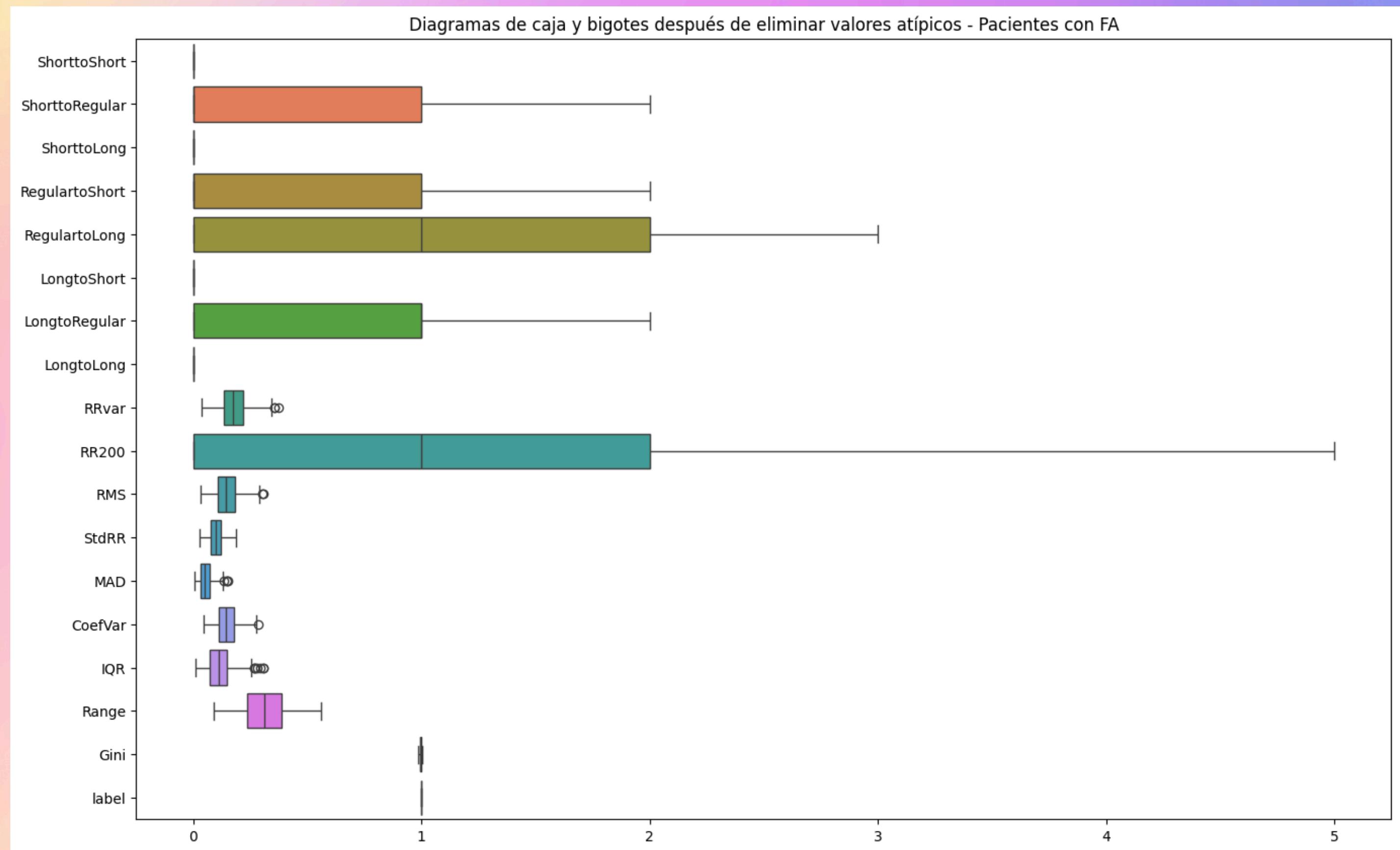
Identificación de picos



Resultados



Resultados



Resultados

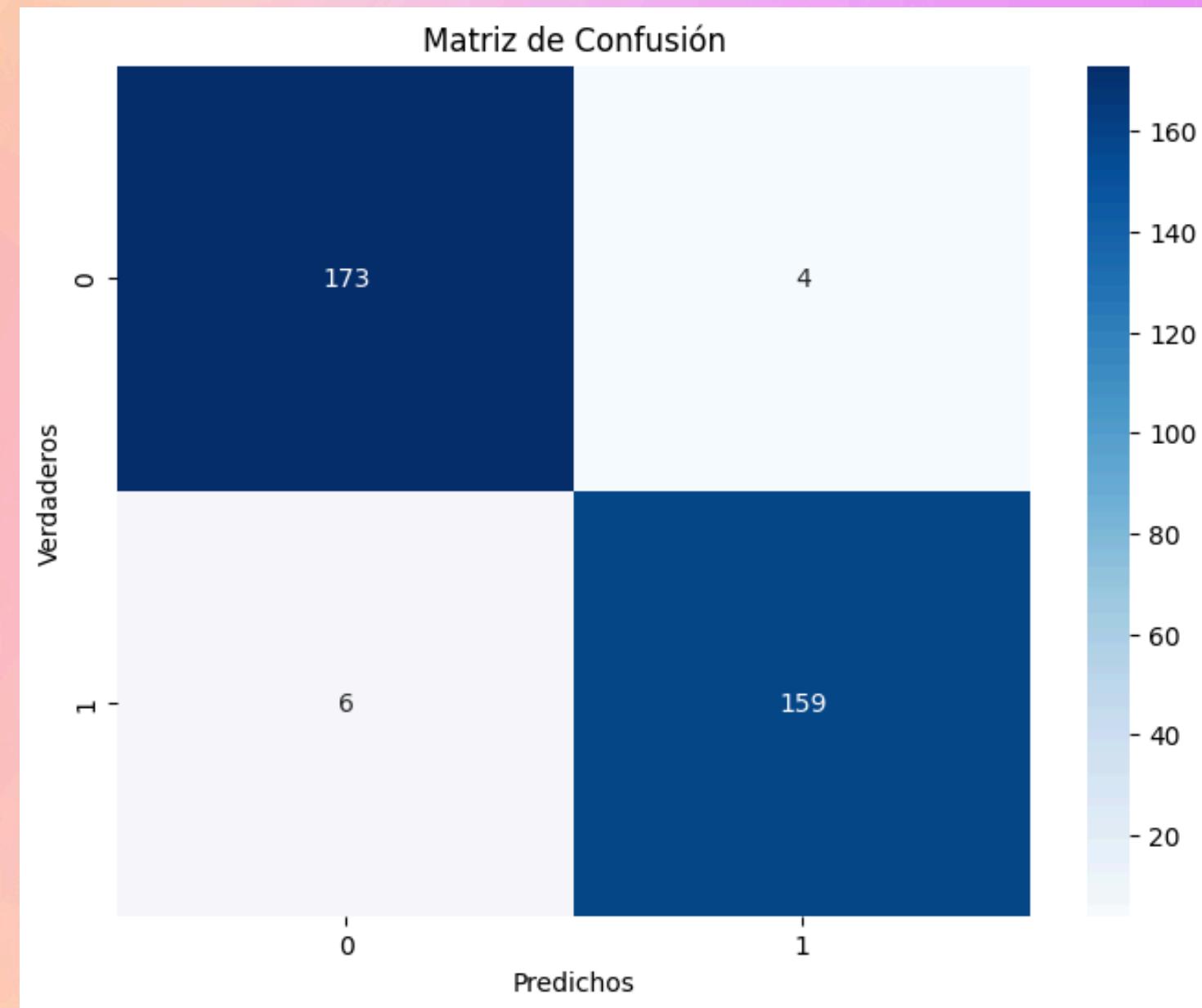
TABLE I: Tabla de estadísticas descriptivas pacientes sanos

	StoR	RtoS	RtoL	LtoR	LtoL	RRvar	RR200	RMS	StdRR	MAD	CoefVar	IQR	Range	Gini
count	629.0	629.0	629.000	629.000	629.000	629.000	629.000	629.000	629.000	629.000	629.000	629.000	629.000	629.000
mean	0.0	0.0	0.271860	0.268680	0.321145	0.042792	0.211447	0.048870	0.040591	0.015574	0.052815	0.030293	0.124614	0.984103
std	0.0	0.0	0.452368	0.450748	0.652200	0.029939	0.408659	0.039867	0.032947	0.011110	0.041579	0.022285	0.101237	0.005473
min	0.0	0.0	0.000000	0.000000	0.000000	0.001125	0.000000	0.001491	0.001327	0.000000	0.002238	0.001500	0.004000	0.972506
25%	0.0	0.0	0.000000	0.000000	0.000000	0.019168	0.000000	0.017907	0.014422	0.007000	0.018256	0.014000	0.044000	0.980890
50%	0.0	0.0	0.000000	0.000000	0.000000	0.034624	0.000000	0.034256	0.028767	0.013000	0.038890	0.024000	0.088000	0.985249
75%	0.0	0.0	1.000000	1.000000	0.000000	0.064481	0.000000	0.073426	0.059664	0.022000	0.080091	0.041000	0.186000	0.988064
max	0.0	0.0	2.000000	2.000000	2.000000	0.161529	1.000000	0.185604	0.149235	0.051000	0.180603	0.114000	0.428000	0.997583

TABLE II: Tabla de estadísticas descriptivas pacientes con FA

	StoR	RtoS	RtoL	LtoR	LtoL	RRvar	RR200	RMS	StdRR	MAD	CoefVar	IQR	Range	Gini
count	853.000	853.000	853.000	853.000	853.0	853.000	853.000	853.000	853.000	853.000	853.000	853.000	853.000	853.0
mean	0.614302	0.757327	0.933177	0.767878	0.0	0.197707	1.764361	0.166209	0.112677	0.065532	0.166980	0.139798	0.345728	0.996026
std	0.690398	0.748054	0.810140	0.723547	0.0	0.066752	1.282620	0.057019	0.033971	0.034095	0.047777	0.070402	0.096899	0.003316
min	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.0	0.037832	0.000000	0.032642	0.027640	0.004000	0.044028	0.010000	0.092000	0.986787
25%	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.0	0.149157	1.000000	0.125974	0.087211	0.040000	0.131445	0.088000	0.276000	0.993955
50%	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.0	0.192553	2.000000	0.163913	0.114805	0.060000	0.168835	0.130000	0.354000	0.996416
75%	1.000000	1.000000	2.000000	1.000000	0.0	0.242863	3.000000	0.206159	0.137130	0.086000	0.204068	0.180000	0.428000	0.998516
max	2.000000	2.000000	3.000000	2.000000	0.0	0.385215	6.000000	0.313567	0.205156	0.174000	0.291415	0.376000	0.560000	1.003940

Resultados



➡ Métricas de rendimiento:

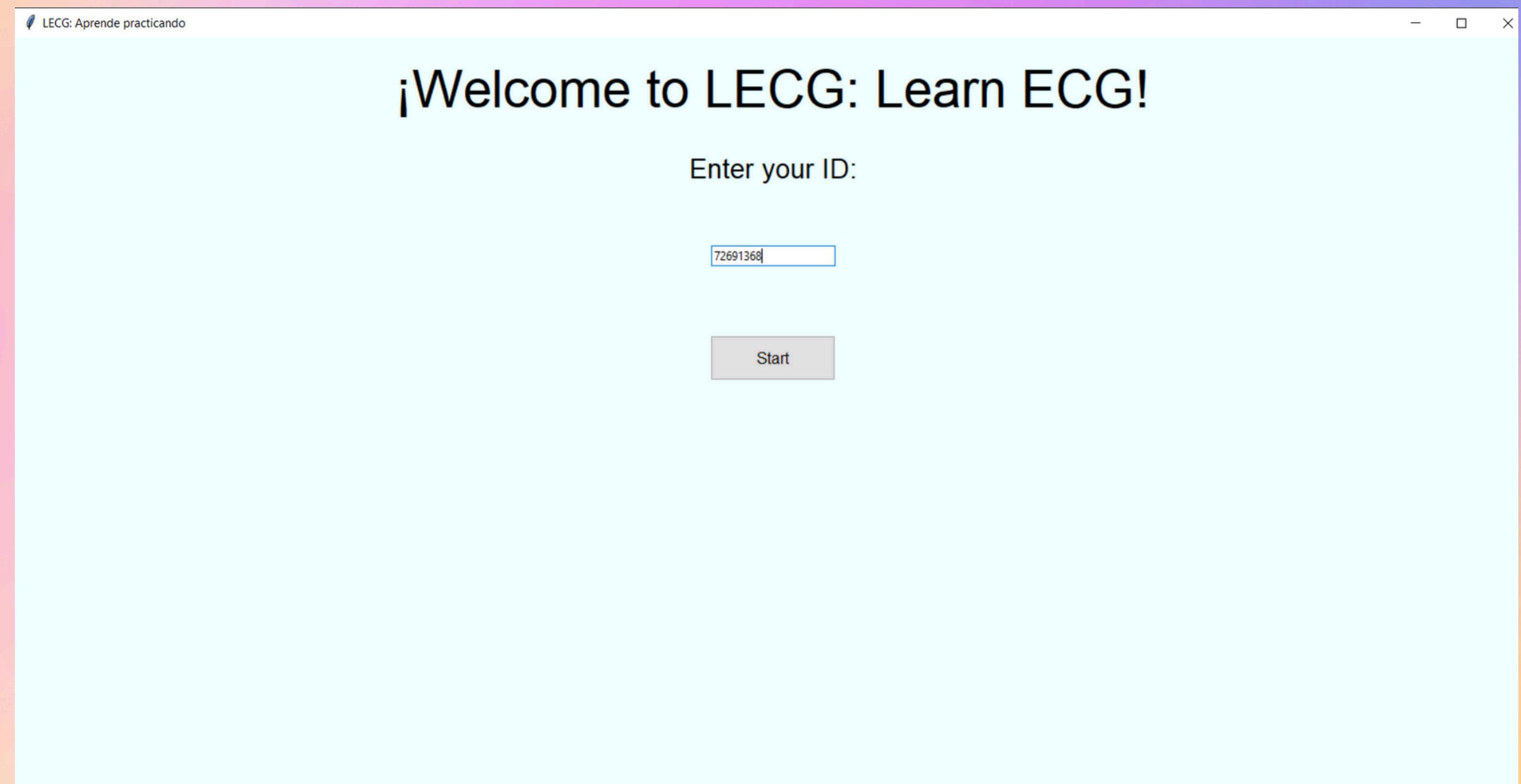
Metric	Value
Accuracy	0.970760
Sensitivity	0.963636
Specificity	0.977401
F1 Score	0.970753

Resultados de Validación Cruzada:

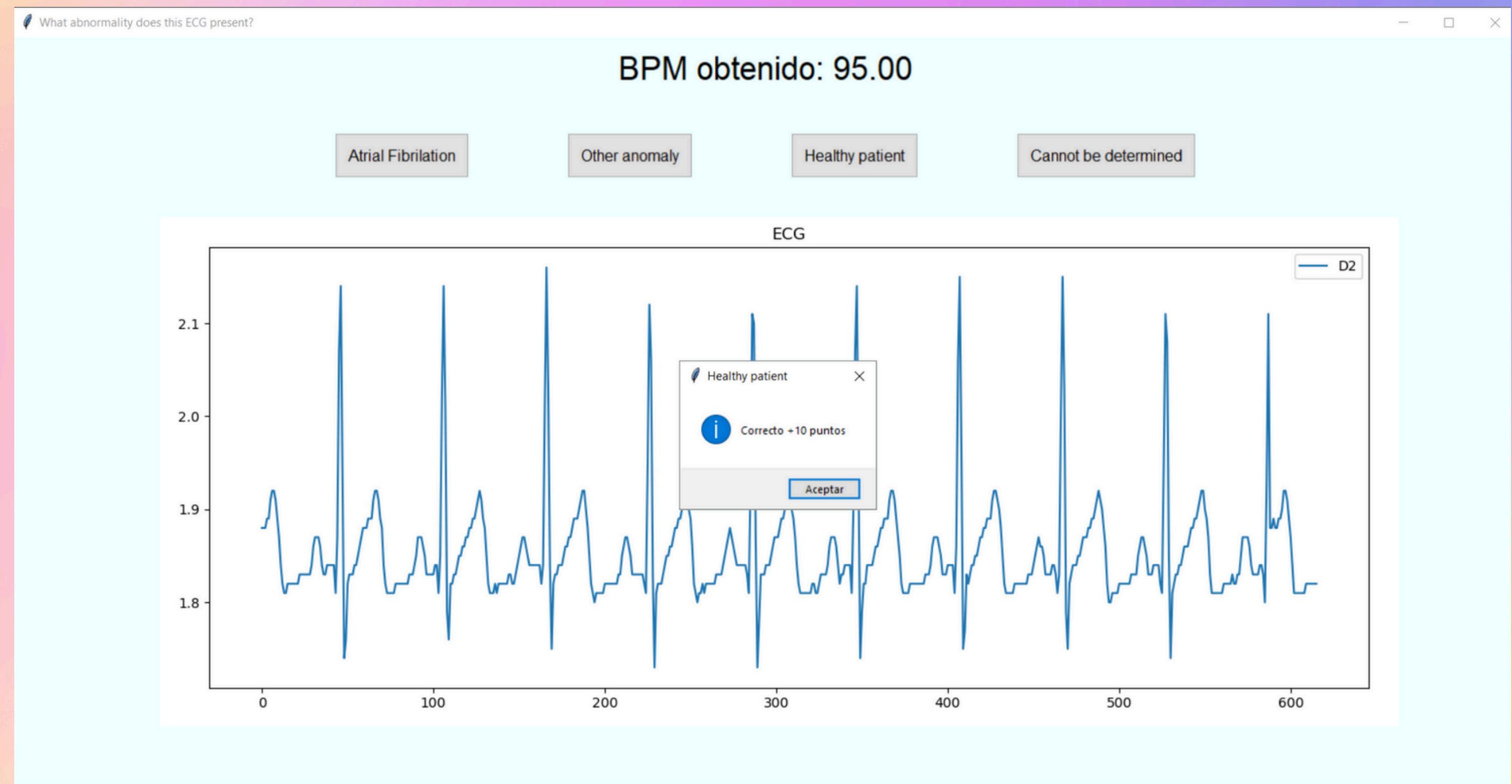
Fold	Score
1	0.970674
2	0.976540
3	0.973607
4	0.976540

Mean CV Score: 0.9743

Resultados

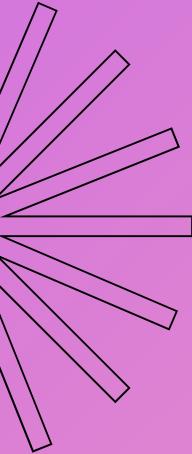


Resultados



Conclusion

El proyecto LECG aborda la necesidad crítica de mejorar la interpretación de electrocardiogramas (ECG) en áreas con recursos limitados. Utilizando tecnología accesible y avanzadas técnicas de aprendizaje automático, LECG permite a estudiantes y profesionales de la salud practicar y perfeccionar sus habilidades diagnósticas de manera efectiva. El desarrollo de una interfaz intuitiva en Python facilita la interacción del usuario, proporcionando retroalimentación detallada y aplicando gamificación para estimular el aprendizaje activo. Validado con una alta sensibilidad y especificidad en la detección de fibrilación auricular mediante un clasificador SVM con kernel RBF, el proyecto demuestra avances significativos en la aplicación práctica de la tecnología para mejorar la educación médica y la atención cardiovascular.



Referencias bibliográficas

- [1] "Enfermedades al corazón son la segunda causa de muerte en el Perú", Essalud, 12-mar-2022. [En línea]. Disponible en: <http://noticias.essalud.gob.pe/?inno-noticia=enfermedades-al-corazon-son-la-segunda-causa-de-muerte-en-el-peru>. [Consultado: 03-abr-2024].
- [2] K. Ramírez, "El 85% de peruanos que sufre un infarto al miocardio sobrevive al año si tienen un tratamiento oportuno", Divulga Científica, 17-ene-2024. [En línea]. Disponible en: <https://divulga.cientifica.edu.pe/nuestra-ciencia/el-85-de-peruanos-que-sufre-un-infarto-al-miocardio-sobrevive-al-ano-si-tienen-un-tratamiento-oportuno/>. [Consultado: 03-abr-2024].
- [3] Ministerio de Salud (MINSA), "Información de recursos humanos en el sector salud", 2021. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3281380/Informaci%C3%B3n%20de%20Recursos%20Humanos%20en%20el%20sector%20Salud.pdf?v=1655762418>. [Consultado: 05-abr-2024].
- [4] "MÉDICOS ESPECIALISTAS DEL CMP", Colegio Médico del Perú - Consejo Nacional, 13-jun-2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.cmp.org.pe/medicos-especialistas-del-cmp/>. [Consultado: 05-abr-2024].
- [5] Ministerio de Salud (MINSA), "Diagnóstico de brechas de infraestructura o acceso de servicios del sector salud", 2024. Disponible en: <https://www.minsa.gob.pe/Recursos/OTRANS/08Proyectos/2022/Diagnostico-Infraestructura-Sector-Salud-2024-2026.pdf>. [Consultado: 03-abr-2024].
- [6] E. Mercado De Equipamiento Y Material Médico En Perú, "EL ESTUDIO DE MERCADO," 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.icex.es/content/dam/es/icex/oficinas/065/documentos/2021/02/documentos-anexos/DOC2021871587.pdf>
- [7] M. Żyliński, A. Nassibi, y D. P. Mandic, "Design and implementation of an atrial fibrillation detection algorithm on the ARM Cortex-M4 microcontroller", Sensors (Basel), vol. 23, núm. 17, p. 7521, 2023.
- [8] S. Patel, M. Wang, J. Guo, G. Smith, y C. Chen, "A study of R-R interval transition matrix features for machine learning algorithms in AFib detection", Sensors (Basel), vol. 23, núm. 7, p. 3700, 2023.

!Muchas gracias!