

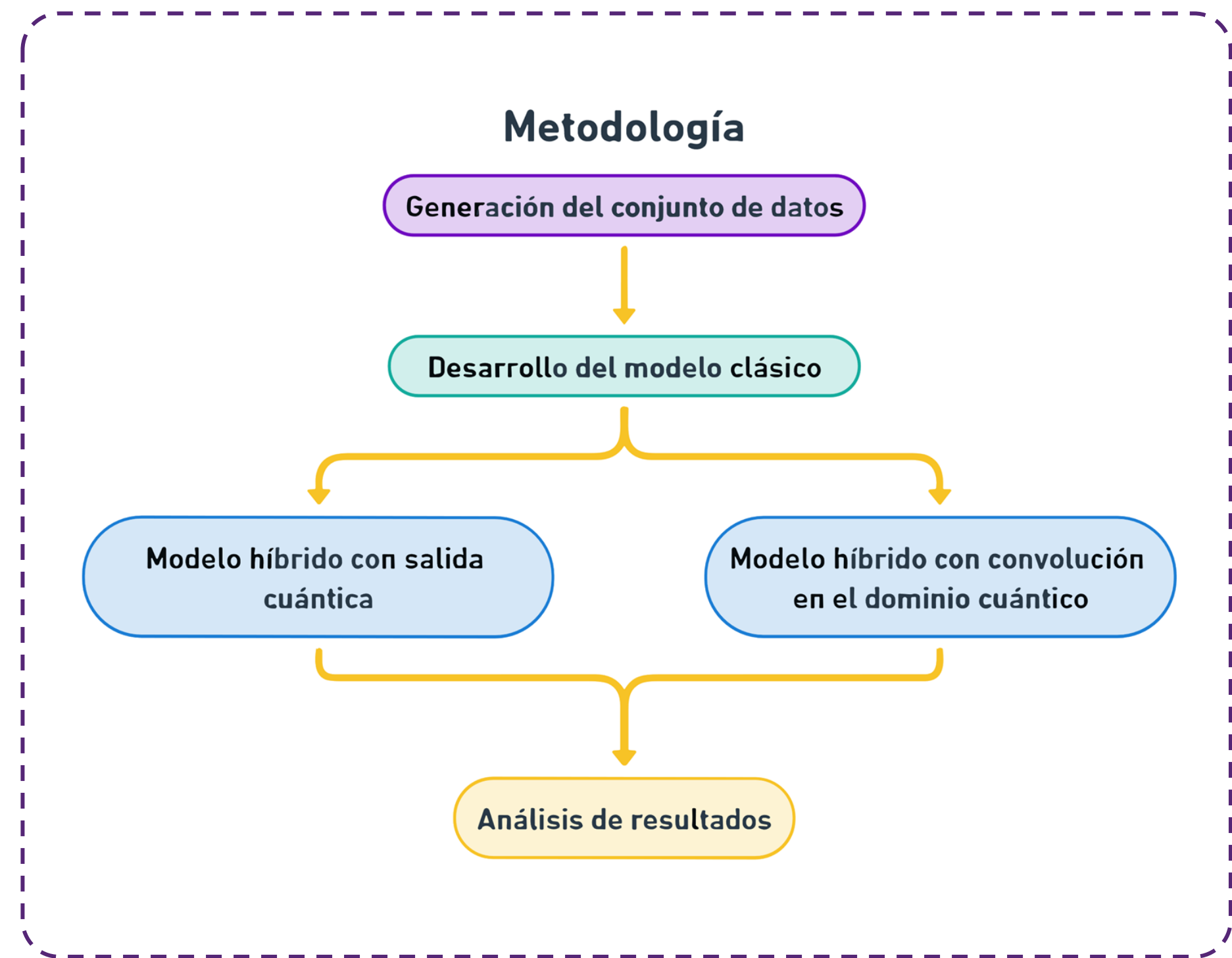
Comparación de desempeño de modelos clásicos y cuánticos de redes neuronales convolucionales para la detección de patrones en señales electrocardiográficas.

Resumen del Trabajo:

Este estudio persiguió el objetivo de comparar el rendimiento de tres modelos de inteligencia computacional: **redes neuronales convolucionales**, **redes neuronales híbridas con convolución en el dominio cuántico** y **redes neuronales híbridas con capa de salida cuántica**. Estos modelos se evaluaron en la aplicación de **clasificación** del **complejo QRS** en señales de electrocardiograma. La evaluación se centró en la **exactitud** y la **complejidad temporal** de los modelos, lo que permitió determinar cuál de ellos destaca en la tarea de clasificación de patrones cardíacos, y su potencial aplicación en el ámbito de la electrocardiografía.

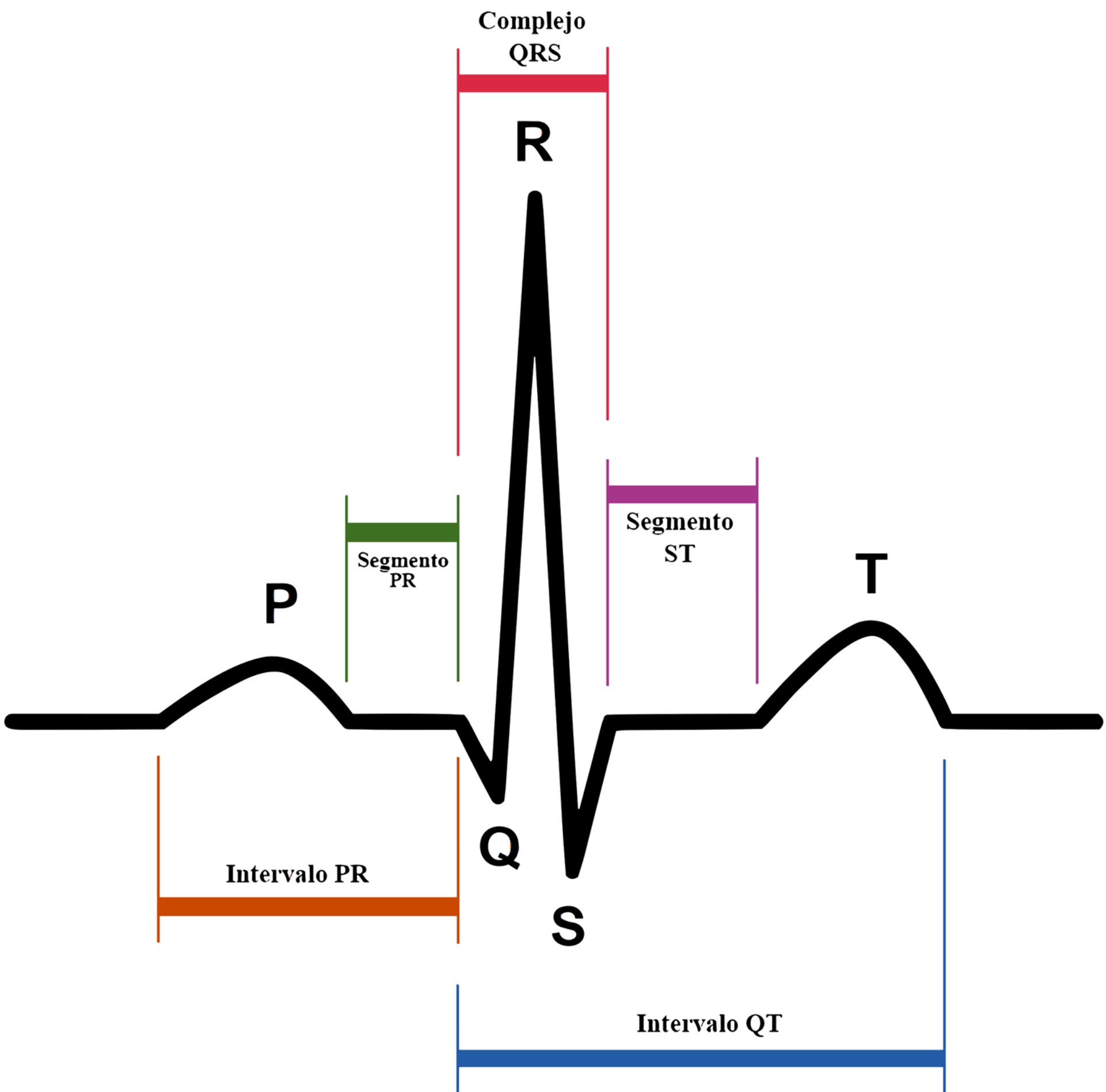
Metodología

El desarrollo de este trabajo de grado involucró cinco tareas clave: la generación del conjunto de datos, el desarrollo del modelo clásico, la creación del modelo híbrido con capa cuántica de salida, la implementación del modelo híbrido con convolución en el dominio cuántico y, finalmente, el análisis comparativo de los resultados de los modelos.



Desarrollo de los Modelos

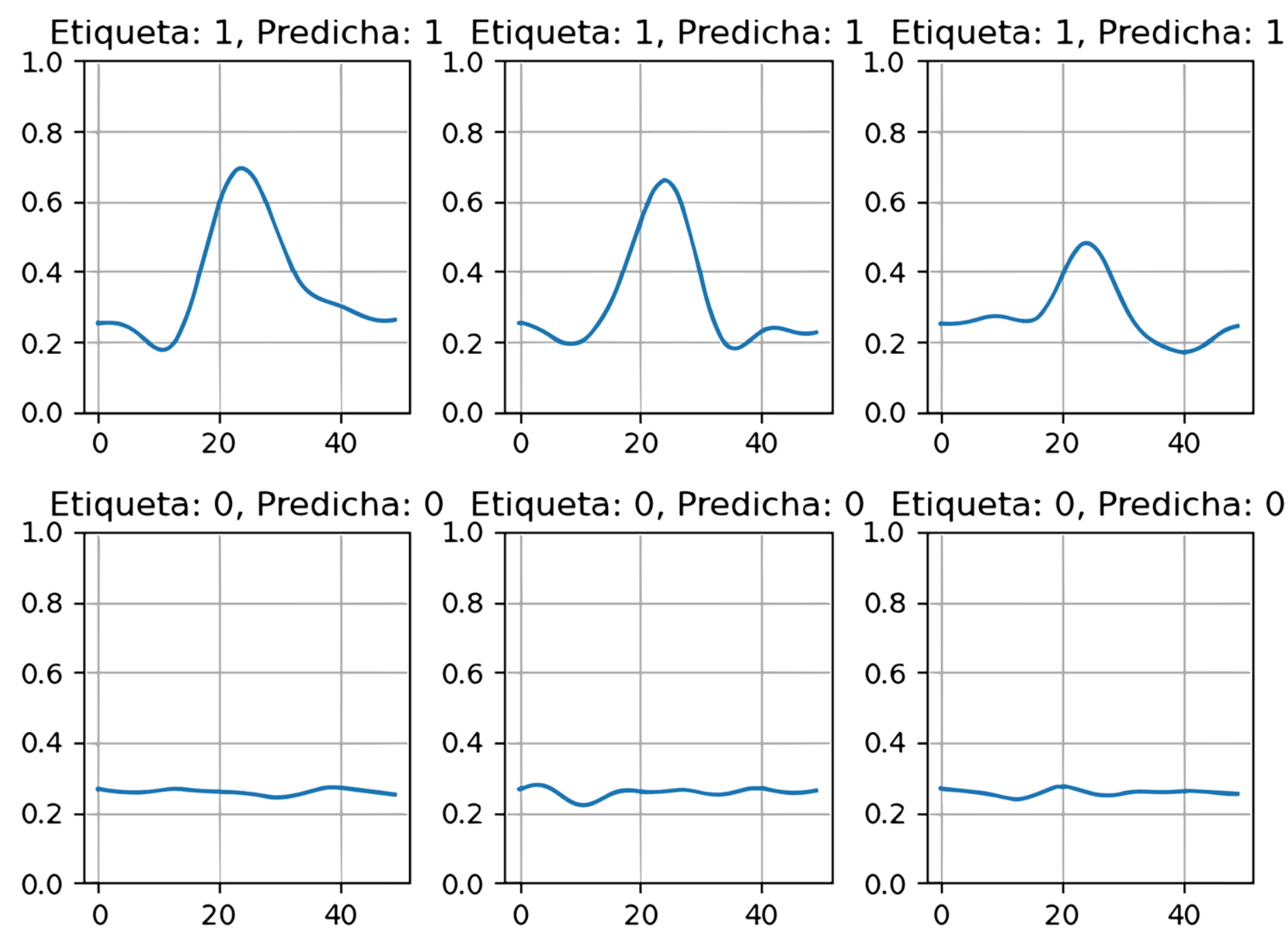
El proceso de desarrollo de cada modelo constó de varias etapas. En primer lugar, se llevó a cabo la preparación del conjunto de datos, seguido del diseño de cada modelo con base a las características de las señales. Posteriormente, se realizó el entrenamiento de los modelos utilizando los datos preparados y, finalmente, se llevó a cabo una fase de pruebas para evaluar su exactitud.



Resultados

La sección de resultados exhibe dos figuras esenciales. La primera figura presenta una tabla que destaca la alta exactitud de los tres modelos, con especial énfasis en el rendimiento del modelo clásico y el modelo híbrido con convolución cuántica. Además, se resalta la notable diferencia en complejidad temporal, donde el modelo híbrido con convolución en el dominio cuántico sobresale significativamente sobre los otros dos modelos, lo que lo convierte en una opción altamente eficiente.

Modelos	Exactitud	Complejidad Temporal
Clásico	1.00	$224 \times n + 520$
Híbrido con Salida Cuántica	0.94	$224 \times n + 536$
Híbrido con Convolución Cuántica	1.00	$39 \times n + 264$



La segunda figura muestra ejemplos de clasificaciones realizadas por los modelos, ofreciendo una visión más detallada de su desempeño en la tarea de clasificación de segmentos, con etiquetas reales y etiquetas predichas. Estos resultados respaldan la efectividad y la eficiencia de los modelos evaluados.



Conclusiones

- Los modelos demostraron una alta exactitud en la tarea de clasificación, ofreciendo opciones viables según las necesidades del contexto.
- El modelo híbrido con convolución cuántica destacó por su notable eficiencia temporal, especialmente en aplicaciones que requieren procesamiento rápido.
- A pesar de los resultados alentadores, existen limitaciones tecnológicas en la implementación de la computación cuántica en aplicaciones prácticas.
- Se propone la implementación de estos modelos para la detección de patrones más complejos y el entrenamiento de los parámetros del circuito cuántico de convolución.

Bibliografía

- C. Castellano, M. P. De Juan y F. Attie, Electrocardiografía. Elsevier España, SA, 2007, págs. 9-18.
- Z.-H. ZHOU, Machine Learning. SPRINGER VERLAG, SINGAPOR, 2022, págs. 103-128.
- . Cong, S. Choi y M. D. Lukin, "Quantum convolutional neural networks," Nature Physics, vol. 15, n.o 12, págs. 1273-1278, 2019.



Información del autor

Santiago Cadavid Gil

Estudiante de ingeniería electrónica

Inteligencia computacional

Computación cuántica

Colombia, Universidad de Antioquia