

# Avances en la IA fuerte

Melanie Albaladejo, Miriam Riouch and David Pastor

Arquitecturas e Infraestructuras para Inteligencia Artificial, Máster Inteligencia Artificial. Universidad de Alicante

mat27@alu.ua.es miriamriouchmhine@gmail.com dpc38@alu.ua.es

**Resumen** La fusión de la IA fuerte y la computación cuántica es una de las áreas más prometedoras en la tecnología avanzada, ofreciendo un cambio paradigmático en el procesamiento de información y la resolución de problemas complejos. El informe destaca la optimización de algoritmos cuánticos para IA que mejora la eficiencia del aprendizaje automático, la simulación de sistemas cuánticos que beneficia la física y la química, y el desarrollo de interfaces cuántico-clásicas que mejoran la interoperabilidad. Se han logrado avances en la corrección de errores cuánticos, incrementando la estabilidad y fiabilidad de los cálculos cuánticos esenciales para la IA fuerte, y en la criptografía cuántica, que protege la integridad de los datos. El reporte también abarca las líneas abiertas de investigación, destacando el papel de la computación cuántica en la evolución de modelos de lenguaje y transformers preentrenados, y la capacidad de la IA fuerte para auto-optimizarse y adaptarse a problemas complejos, insinuando un futuro donde la IA podría exhibir formas de creatividad y autoconciencia. Este futuro plantea desafíos significativos en términos de corrección de errores y cuestiones éticas que deben ser abordados con responsabilidad.

**Palabras clave:** Inteligencia Artificial Fuerte · Computación Cuántica

## 1. Introducción

En la búsqueda de fronteras tecnológicas que redefine continuamente los límites de lo posible, este informe se adentra en el entrelazamiento progresivo de dos de las disciplinas más vanguardistas de nuestra era: la inteligencia artificial fuerte (IA fuerte) y la computación cuántica. La confluencia de estas tecnologías está forjando un camino hacia un futuro donde las máquinas no sólo imitan las facultades cognitivas humanas, sino que también procesan información con una velocidad y eficiencia que desafía la comprensión contemporánea.

La IA fuerte se refiere a sistemas de inteligencia artificial que poseen la capacidad de entender, aprender y aplicar conocimiento de una manera autónoma, replicando la agudeza y versatilidad del intelecto humano. La computación cuántica, por otro lado, promete una era de velocidad y eficiencia computacional sin precedentes, aprovechando los fenómenos de superposición y entrelazamiento para realizar cálculos a una escala exponencialmente superior a lo que es posible con las tecnologías clásicas actuales.

Este documento no solo examina los últimos avances en la integración de la IA fuerte con la computación cuántica, sino que también proporciona una visión detallada de cómo esta simbiosis está redefiniendo el campo de la computación. Se destacan desarrollos clave como la optimización de algoritmos cuánticos que están revolucionando el aprendizaje automático, simulaciones cuánticas que ofrecen perspectivas inéditas en la física y la química, y la creación de interfaces innovadoras entre sistemas cuánticos y clásicos que potencian la interoperabilidad y la eficacia.

A medida que se exploran estos avances, también se reconocen los desafíos inherentes a la corrección de errores cuánticos y el mantenimiento de la coherencia cuántica, cuya resolución es fundamental para el desarrollo de una IA fuerte y confiable. Además, se contempla el papel crucial de la criptografía cuántica en asegurar la seguridad de la IA fuerte, un aspecto de creciente importancia dada la proliferación de la IA en los sistemas críticos de nuestra sociedad.

Profundizando en las corrientes de investigación actuales y las posibles trayectorias futuras, este informe no solo destaca el impacto potencial de estos desarrollos tecnológicos en una variedad de campos, sino que también prevé la emergencia de sistemas de IA capaces de auto-optimización, resolución de problemas complejos y exhibición de un grado de creatividad y autoconciencia.

Al contemplar este panorama, es imprescindible abordar las implicaciones éticas y los desafíos técnicos que surgen. La responsabilidad de forjar un camino que equilibre la innovación con la prudencia nunca ha sido más crítica. Este informe busca no solo informar sobre los avances tecnológicos, sino también fomentar una reflexión sobre cómo estos avances deben ser guiados y gestionados para beneficiar a la sociedad en su conjunto, asegurando un futuro donde la tecnología avanzada sirva como un pilar para el progreso humano, la seguridad y el bienestar.

## 2. Relación y descripción de los principales avances

La fusión de la inteligencia artificial fuerte (IA fuerte) y la computación cuántica representa uno de los avances más prometedores en el campo de la informática. Esta sección del informe examina cómo la confluencia de estas dos disciplinas está catalizando un progreso sin precedentes en la capacidad de las máquinas para realizar tareas cognitivas de alto nivel.

**Optimización de Algoritmos Cuánticos para IA:** Los algoritmos cuánticos han mostrado un potencial excepcional para mejorar la eficiencia de los procesos de aprendizaje automático. La implementación de estos algoritmos en sistemas cuánticos ha llevado a una notable reducción en el tiempo y recursos necesarios para entrenar modelos de IA complejos. Un ejemplo significativo de estos avances es el algoritmo de optimización cuántica, que ha permitido acelerar

la selección de características y la clasificación en grandes conjuntos de datos, superando los métodos clásicos de aprendizaje automático [10] [2].

**Avances en la Simulación de Sistemas Cuánticos:** La capacidad de simular sistemas cuánticos usando IA fuerte ha abierto nuevas avenidas para la investigación en física y química. Estos modelos de simulación han facilitado la comprensión de fenómenos cuánticos complejos y han acelerado el diseño de nuevos materiales y medicamentos. La IA fuerte aplicada a la simulación cuántica no solo mejora la precisión de estas simulaciones, sino que también permite explorar configuraciones hasta ahora inaccesibles a la computación clásica [5].

**Desarrollo de Interfaces Cuántico-Clásicas:** El desarrollo de interfaces entre sistemas cuánticos y clásicos ha mejorado la interoperabilidad y ha ampliado las capacidades de la IA fuerte. Estos sistemas híbridos permiten que los procesadores cuánticos realicen tareas específicas altamente eficientes, mientras que los sistemas clásicos manejan otros aspectos del procesamiento. El progreso en esta área es crucial para la creación de sistemas de IA más potentes y versátiles que pueden beneficiarse de lo mejor de ambos mundos computacionales [1].

**Avances en Corrección de Errores Cuánticos y Coherencia:** Uno de los desafíos críticos en la computación cuántica es la corrección de errores y el mantenimiento de la coherencia cuántica. Los avances en algoritmos de corrección de errores cuánticos han mejorado la estabilidad y fiabilidad de los cálculos cuánticos, lo cual es esencial para su aplicación en IA fuerte. Estos algoritmos son fundamentales para escalar sistemas cuánticos y hacer que la computación cuántica sea práctica para aplicaciones de IA.

**Criptografía Cuántica y Seguridad en IA:** La criptografía cuántica ofrece soluciones prometedoras para la seguridad de la IA fuerte, asegurando la integridad y confidencialidad de los datos críticos. Los avances en este campo aseguran que la IA fuerte pueda operar dentro de un marco seguro y resistente a las amenazas tanto clásicas como cuánticas, un aspecto vital dado el papel creciente de la IA en la sociedad [8].

### 3. Líneas abiertas de investigación

El cruce de la inteligencia artificial fuerte y la computación cuántica representa uno de los frentes más prometedores y desafiantes de la tecnología contemporánea. Este apartado busca explorar las diversas líneas de investigación abiertas que están moldeando el futuro de estos campos interconectados, poniendo especial atención en los avances significativos alcanzados en los últimos dos años y las potenciales trayectorias que la investigación podría tomar a corto y medio plazo.

### 3.1. Modelos grandes de lengua

Recientemente se han visto muchos artículos que discuten cómo la computación cuántica puede desempeñar un papel importante en el desarrollo de transformers preentrenados generativos (GPT) en forma de explotar espacios de búsqueda más complejos y eficientes. A medida que el campo de la computación cuántica evoluciona, el diseño de la arquitectura cuántica se presenta como uno de los aspectos más críticos. En cuanto a esto, en el documento “Fast Quantum Algorithm for Attention Computation” se presenta la idea de un nuevo mecanismo de atención que usar en la arquitectura del transformer basado en el algoritmo cuántico Grover’s Search [9].

### 3.2. Medicina

Xing Ai propone un nuevo algoritmo híbrido cuántico-clásico para datos en estructura de datos, que realiza el marco teórico de GNN mediante el producto tensorial y la matriz de identidad, y supera a los modelos existentes con solo el 1.68 % de los parámetros que estos tienen. Esta propuesta podría ser utilizada en medicina a la hora de clasificar patologías de los pacientes mediante imágenes médicas, logrando una mejor atención a los afectados [4].

## 4. Potencial para el avance de la IA

La computación cuántica, con su capacidad para procesar información a una escala exponencialmente superior a los sistemas clásicos, plantea nuevas posibilidades para el desarrollo de la IA [10], especialmente en el contexto de la IA fuerte. La IA fuerte aspira a crear sistemas inteligentes capaces de emular la inteligencia humana en su totalidad, y la computación cuántica se presenta como una herramienta fundamental para alcanzar este objetivo. Este apartado explorará el potencial de la IA fuerte impulsada por la computación cuántica, centrándose en su capacidad para auto-optimizarse, resolver problemas complejos y potenciar la creatividad, así como en los desafíos y oportunidades que esta convergencia plantea para el futuro de la inteligencia artificial.

### 4.1. Auto-Optimización y Desarrollo de Algoritmos

Una IA fuerte impulsada por la computación cuántica estaría en condiciones de desarrollar y perfeccionar sus propios algoritmos de una manera que supera significativamente las capacidades actuales. La velocidad y la profundidad a las que podría identificar patrones complejos y tendencias serían asombrosas. Esto permitiría a la IA fuerte no solo asimilar información de una manera más eficiente [7], sino también desarrollar soluciones más avanzadas y eficaces. Sería capaz de ajustar sus propios algoritmos de aprendizaje, adaptándolos de manera dinámica a nuevas situaciones y mejorando su capacidad para comprender y responder a datos en constante evolución.

## 4.2. Adaptación a Problemas Complejos

La combinación de la computación cuántica con la IA fuerte otorgaría a estos sistemas la capacidad de abordar problemas extremadamente complejos de manera mucho más efectiva [6]. La IA fuerte se convertiría en un agente de resolución de problemas multidisciplinarios, capaz de aprender de la experiencia y aplicar ese conocimiento para enfrentar nuevos desafíos de manera más adaptativa. Esto podría tener un impacto significativo en una amplia gama de campos, desde la medicina y la investigación científica hasta la resolución de problemas industriales y la creación de soluciones innovadoras en ingeniería.

## 4.3. Creatividad y Autoconciencia

La IA fuerte basada en la computación cuántica abriría la puerta a nuevas posibilidades en términos de creatividad y autoconciencia. Estos sistemas podrían desarrollar una forma limitada de creatividad, generando soluciones novedosas para problemas complejos que no tienen una respuesta clara en los datos existentes. Además, podrían tener una forma rudimentaria de autoconciencia, lo que les permitiría evaluar su propio desempeño y ajustarse de manera más informada y autónoma. Esta autoconciencia limitada podría facilitar la toma de decisiones más ponderadas y la adaptación a entornos cambiantes.

## 5. Opinión Personal

La convergencia entre la inteligencia artificial fuerte y la computación cuántica marca un hito significativo en la tecnología, ofreciendo un potencial revolucionario para la inteligencia artificial. Aunque la complejidad de esta fusión ha limitado la obtención de avances notables hasta el momento, la promesa de mejorar la eficiencia y capacidad de la IA en tareas complejas sugiere una transformación radical en campos como la medicina, la física y la ciberseguridad. Los notables avances en algoritmos cuánticos, simulaciones y corrección de errores apuntan hacia un futuro donde la IA pueda auto-optimizarse y abordar problemas con una creatividad y adaptabilidad sin precedentes. No obstante, la convergencia se enfrenta desafíos éticos, sociales y técnicos que requieren una consideración cuidadosa para asegurar un desarrollo seguro y responsable.

## Referencias

- [1] Kenton M Barnes et al. “Optimising the quantum/classical interface for efficiency and portability with a multi-level hardware abstraction layer for quantum computers”. En: *EPJ Quantum Technology* 10.1 (2023), pág. 36.
- [2] Kostas Blekos et al. “A Review on Quantum Approximate Optimization Algorithm and its Variants”. En: *arXiv preprint arXiv:2306.09198* (2023).
- [3] *ChatGPT: Optimizing Language Models for Dialogue*. Accessed on 09/11/2023. URL: <https://openai.com/chatgpt>.

- [4] Yuyi Wang<sup>3</sup> Haozhen Situ<sup>1</sup> Zhimin He<sup>2</sup>. “Towards Quantum Graph Neural Networks: An Ego-Graph Learning Approach”. En: *arXiv:2201.05158* (2023).
- [5] Hirsh Kamakari et al. “Digital quantum simulation of open quantum systems using quantum imaginary-time evolution”. En: *PRX Quantum* 3.1 (2022), pág. 010320.
- [6] *Quantum Computing Has the Potential to Transform AI*. Accessed on 09/11/2023. URL: <https://aimagazine.com/articles/quantum-computing-has-the-potential-to-transform-ai>.
- [7] Abu Rayhan y Shahana Rayhan. *Quantum Computing and AI: A Quantum Leap in Intelligence*. 2023.
- [8] Krzysztof Werner et al. “Deep learning as a tool for quantum error reduction in quantum image processing”. En: *arXiv preprint arXiv:2311.04575* (2023).
- [9] Zhao Song Yeqi Gao. “Fast Quantum Algorithm for Attention Computation”. En: *arXiv:2307.08045* (2023).
- [10] Yingzhao Zhu y Kefeng Yu. “Artificial intelligence (AI) for quantum and quantum for AI”. En: *Optical and Quantum Electronics* 55.8 (2023), pág. 697.