

La computación cuántica: un paradigma transformador en la ciencia y la tecnología

Quantum computing: in paradigm in the science and tecnologie



Neomar Bracho

Universidad Politécnica Territorial del Zulia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2034-4428>
neomarbrac@gmail.com
Zulia-Venezuela

Resumen

La computación cuántica representa una de las fronteras más emocionantes y prometedoras en el campo de la informática y la física. A diferencia de la computación clásica, que se basa en bits que pueden estar en uno de dos estados (0 o 1), la computación cuántica utiliza *qubits* (bits cuánticos) que pueden existir en superposiciones de ambos simultáneamente. Este principio, junto con otros fenómenos cuánticos como el entrelazamiento y la interferencia cuántica, permite a las computadoras cuánticas realizar cálculos a velocidades exponencialmente mayores que la de las computadoras clásicas para ciertos problemas. En este ensayo se aborda los fundamentos de la computación cuántica, sus aplicaciones, los desafíos actuales y su impacto futuro en la ciencia y la tecnología. Además de su impacto y aplicación en nuestro país.

Abstract

Quantum computing represents one of the most exciting and promising frontiers in computer science and physics. Unlike classical computing, which relies on bits that can exist in one of two states (0 or 1), quantum computing uses *qubits* (quantum bits) that can exist in superpositions of both simultaneously. This principle, along with other quantum phenomena such as entanglement and quantum interference, allows quantum computers to perform calculations at exponentially faster speeds than classical computers for certain problems. This essay addresses the fundamentals of quantum computing, its applications, current challenges, and its future impact on science and technology, as well as its impact and application in our country.

Palabras clave:

Computación; entrelazamiento cuántico; interferencia cuántica; *qubits*

Keywords:

Computing; quantum entanglement; quantum interference; *qubits*



Fundamentos de la computación cuántica

La computación cuántica se basa en principios de la mecánica cuántica, una rama de la física que describe el comportamiento de la materia y la energía a escalas atómicas y subatómicas. Los *qubits*, las unidades básicas de información en una computadora cuántica pueden estar en una superposición de estados, lo que significa que pueden representar tanto 0 como 1 al mismo tiempo. Esta propiedad permite a las computadoras cuánticas procesar un número exponencial de posibilidades simultáneamente.

Otro fenómeno crucial es el entrelazamiento cuántico, donde dos o más *qubits* se correlacionan de tal manera que el estado de uno afecta instantáneamente al estado del otro, independientemente de la distancia que los separe. Este fenómeno permite la creación de correlaciones complejas entre *qubits*, lo que aumenta exponencialmente la capacidad de procesamiento de información.

Finalmente, la interferencia cuántica se utiliza para manipular las probabilidades de los estados de los *qubits*, amplificando las soluciones correctas y cancelando las incorrectas. Estos principios combinados permiten a las computadoras cuánticas resolver problemas que son intratables para las computadoras clásicas.

Aplicaciones potenciales

La computación cuántica tiene el potencial de revolucionar múltiples campos. En la criptografía, por ejemplo, los algoritmos cuánticos como el de Shor (Peter Shor, 1994), podrían romper los sistemas de cifrado actuales basados en la factorización de números primos, lo que llevaría a la necesidad de desarrollar nuevos métodos de seguridad.

En la química y la ciencia de materiales, las simulaciones cuánticas podrían permitir el diseño de nuevos fármacos y materiales con propiedades específicas, acelerando el descubrimiento científico. En optimización, problemas complejos como la logística y la planificación podrían resolverse de manera más eficiente, lo que tendría un impacto significativo en industrias como el transporte y la manufactura.

Además, en inteligencia artificial (IA), la computación cuántica podría mejorar el entrenamiento de modelos de aprendizaje automático, permitiendo el análisis de grandes volúmenes de datos con mayor rapidez y precisión.

Desafíos actuales

A pesar de su potencial la computación cuántica enfrenta varios desafíos técnicos y prácticos. Uno de los principales es la decoherencia cuántica, donde los *qubits* pierden su estado cuántico debido a interacciones con el entorno. Lo que lleva a errores en los cálculos. Para mitigar este problema, se está desarrollando técnicas de corrección de errores cuánticos y se están explorando diferentes plataformas físicas para implementar *qubits*, como iones atrapados, superconductores y fotones.

Otro desafío es la estabilidad, esto se traduce en construir computadoras cuánticas con un gran número de *qubits* que sean estables y controlables es una tarea compleja que requiere avances significativos en ingeniería y física.

Finalmente, la programación cuántica requiere un nuevo paradigma de pensamiento y herramientas de software especializadas. Los lenguajes de programación cuántica, como Qiskit y Cirq, están en desarrollo, pero aún hay mucho por hacer para hacer que la computación cuántica sea accesible a una audiencia más amplia.

Impacto futuro

El impacto futuro de la computación cuántica podría ser transformador. En el ámbito científico, podría llevar a descubrimientos revolucionarios en física, química y biología. En la industria, podría optimizar procesos y crear nuevos productos y servicios. En la sociedad podría cambiar la forma en que abordamos problemas complejos, desde el cambio climático hasta la salud global. Sin embargo, también plantea desafíos éticos y de seguridad, la capacidad de romper cifrados actuales podría comprometer la privacidad y la seguridad de las comunicaciones, lo que requeriría nuevas regulaciones y estándares.

En Venezuela, al igual que en muchos otros países la computación cuántica es un campo emergente que aún se encuentra en etapas iniciales de desarrollo y aplicación. Aunque no existen avances significativos en esta área o proyectos de gran escala en este ámbito, hay áreas donde el interés por la computación cuántica está comenzando a crecer, especialmente en el ámbito académico y de investigación.

Investigación académica y formación

- **Universidades y centros de investigación:** algunas universidades venezolanas, como la Universidad Central de Venezuela (UCV) y la Universidad Simón Bolívar (USB) han mostrado interés en temas relacionados con la física cuántica y la computación cuántica. Aunque no existen programas especializados en computación cuántica, algunos departamentos de física, matemáticas e ingeniería están comenzando a explorar estos temas.

- **Desarrollo de talento humano:** en los últimos años ha habido un aumento en la oferta de cursos en línea y talleres de computación cuántica, a lo que los estudiantes profesionales venezolanos pueden acceder. Plataformas como IBM *Quantum Experiencie* y Google *Quantum AI* brindan recursos educativos gratuitos que podrían ser aprovechados por personas interesadas en el país.

- **Formación en física y computación:** la formación en estas áreas como física cuántica, matemáticas avanzadas y ciencias de la computación es fundamental para sentar las bases de futuros desarrollos en computación cuántica en Venezuela.

- **Aplicaciones potenciales en sectores estratégicos:** aunque aún el país no cuenta con infraestructura para implementar computación cuántica a gran escala, existen áreas donde esta tecnología podría ser relevante en el futuro.

- **Energía y petróleo:** la industria petrolera, que es clave en Venezuela, podría beneficiarse de la computación

cuántica para optimizar procesos de exploración, simulación de yacimientos y diseños de materiales avanzados.

- **Medicina y farmacología:** la simulación de moléculas y el diseño de fármacos son áreas donde la computación cuántica podría tener un impacto significativo, especialmente en la búsqueda de tratamientos para enfermedades tropicales o endémicas.

- **Optimización logística:** en un país con desafíos en infraestructura y distribución, la computación cuántica podría ayudar a resolver problemas complejos de optimización en transporte y logística.

- **Participación en iniciativas globales:** empresas pioneras en estas áreas como IBM, Google y Amazon ofrecen acceso remoto a sus computadoras cuánticas en la nube. Investigadores y desarrolladores venezolanos podrían utilizar dichas plataformas para realizar experimentos y proyectos sin necesidad de contar con infraestructura local.

- **Comunidades de software cuántico:** Venezuela podría sumarse a comunidades globales de desarrollo de software cuántico, contribuyendo con talento y participando en proyectos de código abierto.

Desafíos y limitaciones en Venezuela de la computación cuántica

- **Falta de infraestructura:** Venezuela no cuenta actualmente con la infraestructura tecnológica necesaria para desarrollar computadoras cuánticas, lo que limita su capacidad para avanzar en este campo.

- **Inversión limitada:** la inversión en ciencia y tecnología en nuestro país ha disminuido en los últimos tiempos lo que limita el desarrollo de proyectos innovadores en este ámbito.

- **Fuga de talento:** la migración de profesionales altamente capacitados en áreas como física, matemáticas e ingeniería ha sido una problemática en nuestro país, lo que dificulta en un gran modo la formación de equipos de investigación en áreas avanzadas como la computación cuántica.



Conclusión

La computación cuántica es un campo en rápido desarrollo que promete cambiar radicalmente la forma en que procesamos la información y resolvemos problemas complejos. Aunque aún enfrenta desafíos técnicos y prácticos, su potencial es inmenso. A medida que avanzamos en la comprensión e implementación de esta tecnología, es crucial abordar los desafíos éticos y de seguridad que presenta. La computación cuántica no es solo una evolución de la computación clásica, sino la revolución que podría redefinir el futuro de la ciencia y la tecnología.

En Venezuela dicha tecnología cuántica, es un campo que está en sus primeras etapas de exploración, principalmente en el ámbito académico y de investigación. Aunque no existen aplicaciones prácticas significativas en el país, el interés por esta tecnología está creciendo, especialmente entre estudiantes y profesionales de áreas como física, matemáticas y computación. Para avanzar en este campo, es crucial fomentar la formación de talento, establecer colaboraciones internacionales y aprovechar las plataformas globales de computación cuántica en la nube. A largo plazo, la computación cuántica podría tener un impacto transformador en sectores estratégicos como la energía, la medicina y la logística, siempre y cuando se superen los desafíos de infraestructura y financiamiento.

Referencias

Disponible en:

<https://www.albanybeck.com/news-and-insights/quantum-computing-unleashing-the-infinite-potential-for-a-quantum-revolution>.

Disponible en:

<https://artificialpaintings.com/es/blog/2024/06/24/computacion-cuantica-y-educacion-cuantica-un-cambio-de-paradigma-en-la-computacion-y-el-aprendizaje/>.

Disponible en:

<https://falconediting.com/en/blog/exploring-quantum-computing-s-impact-on-scientific>.

Disponible en:

<https://www.globant.com/es/tech-terms/computacion-cuanticadiscovery/>.

Disponible en:

<https://www.ibm.com/mx-es/topics/quantum-aihttps://www.iotworldtoday.com/quantum/quantum-vs-classical-ai-computing-expert-reactions>.

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/383326824_Quantum_Computing_Algorithms_and_Applications_in_Optimization_Problems.

Disponible en:

<https://www.scienceshot.com/post/how-quantum-computing-is-going-to-change-our-world>.

Disponible en:

<https://www.thepeninsula.org.in/2024/07/24/decoding-quantum-computing-understanding-the-basics/>.

Disponible en:

<https://vasscompany.com/latam/es/insights/blogs-articles/computacion-cuantica/>.