

**Inteligencia Artificial en la  
educación superior:  
hacia una integración ética,  
innovadora y eficiente**  
XVII Encuentro de Innovación en  
Docencia Universitaria

**Inteligencia Artificial en la  
educación superior:  
hacia una integración ética,  
innovadora y eficiente**  
XVII Encuentro de Innovación en  
Docencia Universitaria

**Alberto Lastra Sedano y Marta Rubio López  
(Coords.)**



**editorialuah**

El contenido de este libro no podrá ser reproducido,  
ni total ni parcialmente, sin el previo permiso escrito del editor.  
Todos los derechos reservados.

© De los textos: sus autores.

© De las imágenes: sus autores.

© Editorial Universidad de Alcalá, 2026

Plaza de San Diego, s/n

28801 Alcalá de Henares

<https://publicaciones.uah.es/>

I.S.B.N.: 978-84-10432-47-5

Composición: Solana e Hijos, A. G., S.A.U.

Este libro recoge algunas de las comunicaciones defendidas en el XVII Encuentro de Innovación en Docencia Universitaria (XVII EIDU 2025), previa evaluación por pares ciegos. Las opiniones y contenidos de los trabajos publicados en este libro son de responsabilidad exclusiva de los autores. Asimismo, estos se responsabilizan de obtener el permiso correspondiente para incluir material publicado en otro lugar.

## **EQUIPO EDITORIAL**

Isabel Cano Ruiz

*Departamento de Ciencias Jurídicas. Universidad de Alcalá*

Sara Cortés Gómez

*Departamento de Filología, Comunicación y Documentación. Universidad de Alcalá*

Héctor del Castillo Fernández

*Departamento de Ciencias de la Educación. Universidad de Alcalá*

Juan Jesús García Domínguez

*Departamento de Electrónica. Universidad de Alcalá*

Irene Heredero Bermejo

*Departamento de Biomedicina y Biotecnología*

Alberto Lastra Sedano

*Departamento de Física y Matemáticas. Universidad de Alcalá*

Susana Núñez Nagy

*Departamento de Enfermería y Fisioterapia. Universidad de Alcalá*

Germán Ros Magán

*Departamento de Física y Matemáticas. Universidad de Alcalá*

Marta Rubio López

*Centro de Apoyo a la Innovación Docente y Estudios Online (IDEO)*

## PRÓLOGO

Héctor del Castillo Fernández  
*Vicerrector de Innovación Docente y Transformación Digital*  
*Universidad de Alcalá*

La irrupción de la Inteligencia Artificial (IA) en la educación superior ha dejado de ser un horizonte lejano para convertirse en un escenario cotidiano, complejo y lleno de posibilidades. En muy pocos años, la universidad ha visto transformarse sus formas de aprender, enseñar, investigar y relacionarse. Hoy asumimos este desafío con responsabilidad y también con ilusión, conscientes de que estamos ante una oportunidad histórica para repensar nuestras prácticas docentes, reforzar nuestras competencias digitales y situar la innovación pedagógica al servicio de una formación más humana, crítica y comprometida.

En este XVII Encuentro de Innovación en Docencia Universitaria de la Universidad de Alcalá, titulado *“Inteligencia Artificial en la educación superior: hacia una integración ética, innovadora y eficiente”*, hemos querido abrir un espacio amplio y diverso para reflexionar sobre cómo la IA puede ayudar a transformar la universidad, al tiempo que nos obliga a reconsiderar nuestros fundamentos pedagógicos y nuestra responsabilidad social. La presentación del encuentro ya señalaba algunos de los ejes centrales que han guiado esta edición: la necesidad de avanzar hacia un uso ético y transparente de estas tecnologías, el impulso a metodologías innovadoras mediadas por IA, la consolidación de competencias digitales docentes y estudiantiles, y la apuesta por una universidad capaz de aprovechar la IA para mejorar sus procesos sin renunciar a su misión social ni a sus valores esenciales.

Este año hemos contado con 124 contribuciones que reflejan el dinamismo y el compromiso de la comunidad UAH con la innovación educativa. La diversidad de trabajos presentados no solo muestra el interés creciente por la IA, sino también la amplitud de enfoques desde los que el profesorado está analizando y experimentando con estas herramientas en su práctica diaria.

En el primer bloque, centrado específicamente en inteligencia artificial, encontramos aproximaciones que abarcan desde cuestiones emergentes, como la compu-

tación cuántica aplicada a entornos educativos o el análisis de las percepciones del profesorado y del estudiantado respecto a estas herramientas, hasta experiencias que exploran nuevas formas de evaluación, el fortalecimiento del pensamiento crítico o el papel de los proyectos estudiantiles ante la expansión de la IA generativa. También se incluyen propuestas que muestran cómo integrar IA en disciplinas diversas: economía aplicada, ciencias del deporte, traducción e interpretación, fisioterapia, marketing o criminalística. El conjunto ofrece un panorama rico y multidisciplinar que refleja el carácter transversal que la IA está adquiriendo en la educación superior.

El segundo bloque, dedicado a experiencias docentes innovadoras, complementa esta visión mostrando prácticas transformadoras que, aun no situándose exclusivamente en el marco de la IA, dialogan con los principios de una docencia universitaria en evolución: una docencia más participativa, más orientada al aprendizaje activo, más conectada con los retos sociales y más abierta a nuevas formas de evaluación y acompañamiento del estudiantado. Las aportaciones sobre estrategias multimodales de evaluación, problemas aplicados en ingeniería, enseñanza en contextos multilingües o proyectos relacionados con el medio marino muestran que la innovación educativa sigue creciendo y diversificándose, y que la IA se incorpora como una capa adicional que enriquece (y no sustituye) el valor fundamental del trabajo docente.

En esta edición hemos vuelto a comprobar la fuerza de la comunidad universitaria cuando se reúne para compartir, aprender y mirar hacia el futuro. El volumen, la calidad y la variedad de las contribuciones presentadas revelan una inquietud creativa que es, sin duda, el mejor motor para avanzar hacia una integración responsable y eficiente de la inteligencia artificial en la educación. Pero también ponen de manifiesto que la IA no es únicamente una herramienta técnica; es un fenómeno cultural, ético y pedagógico que requiere diálogo, formación y acompañamiento para desplegar todo su potencial.

No obstante, es imprescindible incorporar una mirada crítica sobre el uso de la IA en la educación superior. Estas tecnologías, aunque poderosas, pueden generar dependencias excesivas, riesgos de desinformación o sesgos automatizados que afectan a la equidad. Asimismo, pueden contribuir, si no se utilizan con criterio, a una comprensión empobrecida del aprendizaje, más centrada en la eficiencia que en la reflexión profunda. La universidad tiene, por tanto, la responsabilidad de enseñar a utilizar estas herramientas desde una ética sólida, fomentando el pensamiento crítico, la creatividad y la autonomía intelectual. La IA debe servir para enriquecer el proceso educativo, no para sustituir las interacciones humanas que lo sostienen.

El encuentro ha sido posible, una vez más, gracias al compromiso y la dedicación de todas las personas que forman parte de la comunidad UAH. Quiero agradecer especialmente a quienes, desde el Centro de Apoyo a la Innovación Docente y Estudios Online (IDEO), hacen posible cada edición con su trabajo académico, técnico y de gestión que sostiene estos espacios de encuentro y aprendizaje compartido. Además, hay que agradecer a todas las personas que han participado activamente (este año se ha superado por primera vez la cifra de 700 inscritos) y aportan su experiencia

y entusiasmo para seguir construyendo una universidad más innovadora, abierta y preparada para afrontar los retos globales.

Confiamos en que este monográfico sea una herramienta útil para seguir reflexionando sobre el papel de la Inteligencia Artificial en la educación superior, y una inspiración para quienes desean experimentar, mejorar y transformar su práctica docente. El camino hacia una integración ética, innovadora y eficiente de la IA no está escrito; lo estamos construyendo entre todas y todos. Este encuentro es una muestra de ello.



**BLOQUE 1**  
**INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

# COMPUTACIÓN CUÁNTICA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: UNA AGENDA PARA LA INNOVACIÓN ÉTICA Y PEDAGÓGICA

## QUANTUM COMPUTING AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HIGHER EDUCATION: AN AGENDA FOR ETHICAL AND PEDAGOGICAL INNOVATION

JESÚS CÁCERES-TELLO<sup>1</sup>, JOSÉ JAVIER GALÁN-HERNÁNDEZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Departamento de Sistemas Informáticos y Computación, Universidad Complutense de Madrid*

<sup>2</sup> *Departamento Ciencias de la Computación. Universidad de Alcalá*

### Resumen:

La convergencia entre inteligencia artificial (IA) y computación cuántica plantea un cambio profundo en la educación superior, tanto en sus enfoques pedagógicos como en sus marcos institucionales. Mientras la IA ya se ha integrado en procesos docentes mediante analíticas de aprendizaje, tutorización inteligente y generación de recursos, la computación cuántica emerge como un ámbito disruptivo que redefine competencias y metodologías. Este artículo analiza tendencias científicas y educativas en el periodo 2015–2024, identificando barreras, riesgos y oportunidades para la universidad. A través de un estudio bibliométrico complementado con revisión documental, se constata una producción académica en rápido crecimiento, pero aún fragmentada y centrada en lo técnico, con escasa atención a la dimensión pedagógica. Se destacan tres retos principales: la necesidad de marcos éticos que guíen el uso responsable de estas tecnologías, la urgencia de capacitar al profesorado en competencias híbridas y la importancia de diseñar planes de estudio interdisciplinarios. Como aportación, se propone una agenda estratégica que articula formación docente, innovación curricular y gobernanza ética como pilares para una integración inclusiva y sostenible de la IA y la computación cuántica en la educación superior.

### Palabras clave:

Computación cuántica; educación superior; ética; inteligencia artificial; innovación pedagógica.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la última década, la educación superior se enfrenta a una convergencia tecnológica que combina la consolidación de la inteligencia artificial (IA) y la emergencia de la computación cuántica. La IA ha transformado la enseñanza universitaria mediante sistemas de apoyo al aprendizaje, analíticas predictivas y generación automatizada de contenidos (Cáceres-Tello & Galán-Hernández, 2025). Paralelamente, la computación cuántica avanza desde los laboratorios de física hacia escenarios aplicados, con potencial para redefinir la investigación, la ciencia de datos y la formación en disciplinas STEM (Cáceres-Tello *et al.*, 2025; Preskill, 2018).

La literatura académica confirma este dinamismo. Por un lado, las publicaciones sobre IA en educación han crecido exponencialmente en los últimos años, destacando su potencial para personalizar la enseñanza, pero también subrayando dilemas éticos vinculados a la transparencia y la equidad. Por otro, las investigaciones sobre educación cuántica, aunque todavía incipientes, muestran una aceleración desde 2020 (Dungey *et al.*, 2022), con especial protagonismo de conferencias y redes internacionales, si bien con una fuerte orientación tecnocéntrica.

La intersección de IA y computación cuántica abre un nuevo campo de acción: el aprendizaje automático cuántico o quantum artificial intelligence (Dunjko & Briegel, 2018; Zegundry *et al.*, 2023), que combina capacidades de procesamiento avanzado con aplicaciones educativas aún por explorar. Este horizonte exige preparar a los estudiantes no solo como usuarios de tecnologías emergentes, sino como profesionales capaces de comprender, evaluar críticamente y aplicar estas herramientas de forma ética y responsable.

En este contexto, la universidad se enfrenta a un doble reto: liderar la integración pedagógica de estas tecnologías y garantizar que dicha adopción se produce en clave ética, inclusiva e interdisciplinaria (Bermúdez-González *et al.*, 2023).

El presente artículo se organiza en cinco apartados. Tras esta Introducción, en la sección de objetivos se presentan los propósitos específicos de la investigación. A continuación, en metodología se describe el enfoque adoptado para el análisis bibliométrico y documental. Posteriormente, en resultados se sintetizan los principales hallazgos relativos a las tendencias académicas, barreras y oportunidades de innovación detectadas. El apartado de conclusiones cierra el trabajo con una reflexión crítica y la formulación de una agenda estratégica para la integración ética y pedagógica de la inteligencia artificial y la computación cuántica en la educación superior.

## 2. OBJETIVOS

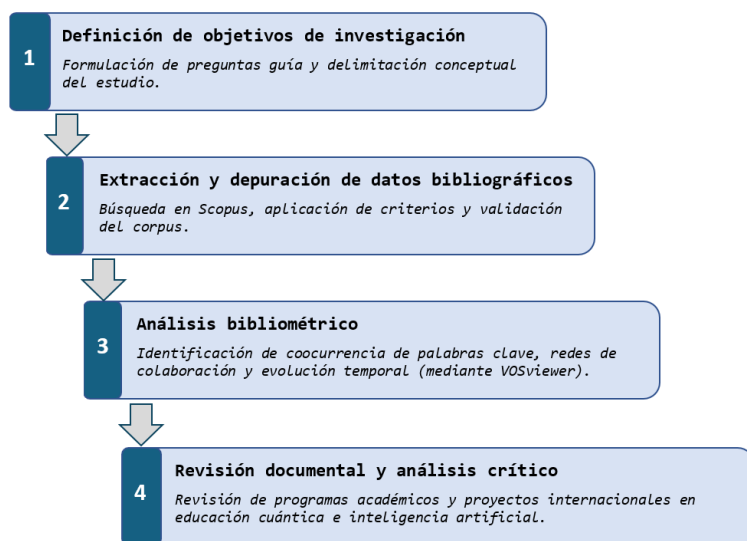
Este trabajo se orienta a contribuir al debate científico y pedagógico sobre la convergencia entre inteligencia artificial y computación cuántica en la educación superior. En primer lugar, se busca examinar la evolución reciente de la literatura

académica en este campo, con especial atención a la identificación de patrones de crecimiento, vacíos de investigación y áreas de incipiente consolidación. En segundo lugar, el estudio pretende reconocer y sistematizar las principales barreras éticas, pedagógicas e institucionales (Galán-Hernández, 2024) que limitan la integración curricular de estas tecnologías disruptivas. Finalmente, el artículo tiene como propósito formular una agenda de actuación estratégica que oriente a las universidades en la adopción de estas innovaciones, garantizando un equilibrio entre el avance tecnológico, la responsabilidad ética y la calidad educativa.

### 3. METODOLOGÍA

El diseño metodológico de este trabajo responde a un enfoque mixto que combina análisis cuantitativo y cualitativo con el propósito de ofrecer una visión integral sobre la intersección entre computación cuántica, inteligencia artificial y educación superior.

#### ILUSTRACIÓN 1. ESQUEMA METODOLÓGICO DEL ESTUDIO (ELABORACIÓN PROPIA)



En una primera fase se procedió a la definición de los objetivos de investigación y de las preguntas guía, que orientaron la exploración bibliográfica y la interpretación de los hallazgos.

Posteriormente, se llevó a cabo la extracción y depuración de datos bibliográficos a partir de la base de datos *Scopus*, considerada una de las fuentes más relevantes para estudios bibliométricos (Wang *et al.*, 2021). La búsqueda se restringió al periodo 2015–2024 y empleó la ecuación “quantum computing” AND “education”.

Tras la aplicación de criterios de inclusión y exclusión, se obtuvo un corpus de 281 registros que constituyó la base del análisis.

La tercera fase correspondió al análisis bibliométrico que permitió examinar la coocurrencia de palabras clave y las redes de colaboración científica, realizado con el software *VOSviewer*, y, por último, la evolución temporal de la producción académica en ese período de tiempo (Bitzenbauer, 2021). Este enfoque cuantitativo aportó evidencias objetivas sobre tendencias y dinámicas emergentes en la investigación.

Finalmente, se desarrolló una revisión documental y un análisis crítico, orientados a contrastar los resultados bibliométricos con experiencias y programas internacionales (Hughes *et al.*, 2021) que actualmente impulsan la educación en computación cuántica y el uso de la inteligencia artificial en la enseñanza universitaria (por ejemplo, IBM Quantum Education, European Quantum Flagship y Microsoft Quantum Programs). Esta triangulación permitió interpretar los datos desde marcos pedagógicos y éticos, identificando no solo patrones de investigación, sino también vacíos formativos, riesgos y oportunidades de innovación docente.

## 4. RESULTADOS

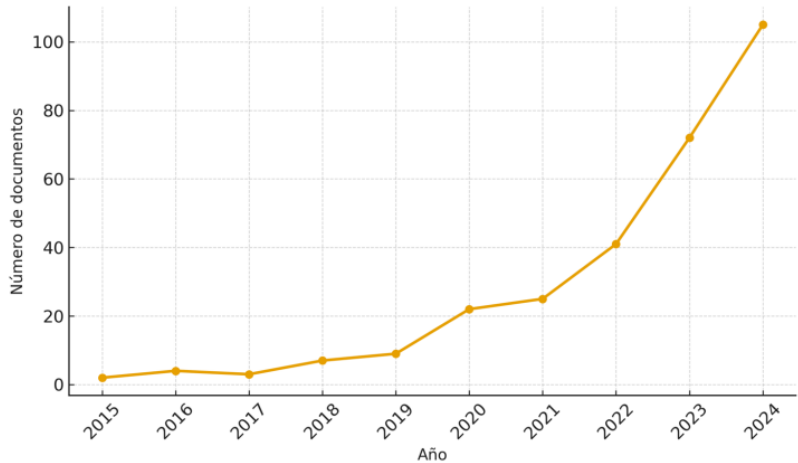
### 4.1. Evolución de la producción científica

El análisis bibliométrico muestra un crecimiento sostenido de la producción académica en la intersección entre computación cuántica y educación superior a partir del año 2020. Entre 2015 y 2017 apenas se registraban entre dos y cuatro publicaciones anuales, lo que refleja el carácter incipiente del campo. A partir de 2018 se observa una tendencia ascendente, que alcanza las 22 publicaciones en 2020 y se estabiliza en torno a 25 en 2021.

El verdadero punto de inflexión se produce en 2022, con un incremento a 40 documentos, seguido de un crecimiento exponencial en 2023 (72 publicaciones) y un máximo de más de 100 en 2024 (Fox *et al.*, 2020). Esta evolución confirma la consolidación del tema como línea prioritaria de investigación en el ámbito universitario, en paralelo al despliegue de iniciativas institucionales y empresariales que buscan promover la formación cuántica.

Como se aprecia en la Ilustración 2, la aceleración reciente sitúa este campo en una fase de expansión académica con perspectivas de consolidación en los próximos años.

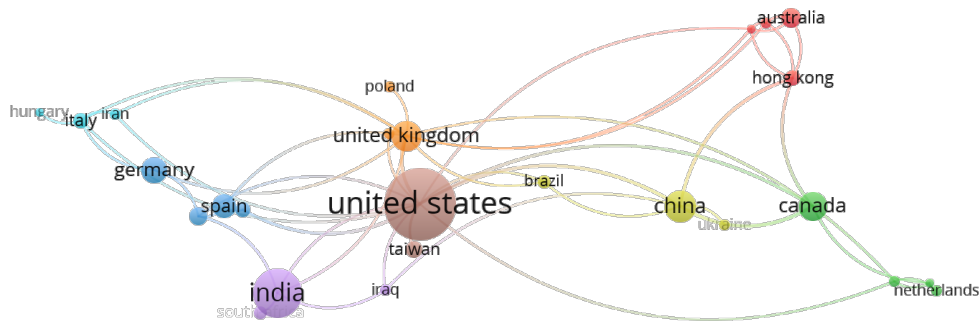
**ILUSTRACIÓN 2. EVALUACIÓN ANUAL DE PUBLICACIONES SOBRE COMPUTACIÓN CUÁNTICA Y EDUCACIÓN (2015-2024)**



**4.2. Redes de colaboración científica**

El análisis de coautorías desarrollado mediante el software VOSviewer, revela una fragmentación significativa en las redes de investigación. Existen clústeres liderados por universidades de Estados Unidos, Alemania y China, con producción sostenida, pero con escasa colaboración interregional.

**ILUSTRACIÓN 3. RED DE CO-AUTORIA EN LA LITERATURA DE LA EDUCACIÓN CUÁNTICA (ELABORACIÓN PROPIA - VOSVIEWER)**



En el contexto europeo destaca la articulación de iniciativas vinculadas al *European Quantum Flagship*, mientras que en América Latina la producción es aún incipiente y dispersa. Esta estructura confirma que, a pesar del crecimiento cuantitativo, la investigación carece de una red global consolidada en torno a la dimensión educativa de la computación cuántica.

4.3. Barreras pedagógicas y éticas

El análisis de la literatura y la revisión documental permiten identificar un conjunto de barreras que condicionan la integración de la computación cuántica y la inteligencia artificial en la educación superior. Estas limitaciones no son exclusivamente técnicas, sino que afectan a dimensiones pedagógicas, docentes y éticas.

Desde una perspectiva pedagógica, la principal dificultad radica en la complejidad conceptual de los fundamentos cuánticos, lo que dificulta su traducción a materiales didácticos accesibles para estudiantes no especializados. A ello se suma la limitada disponibilidad de recursos educativos abiertos que permitan introducir progresivamente estos contenidos en diferentes titulaciones.

En el plano docente, se observa un déficit de profesorado con formación específica en computación cuántica e inteligencia artificial aplicada a la educación (Raubitzek & Mallinger, 2023). Esta carencia repercute directamente en la capacidad de las instituciones para diseñar programas consistentes y sostenibles en el tiempo.

Finalmente, desde una dimensión ética, emergen riesgos relacionados con la equidad en el acceso a infraestructuras tecnológicas, la dependencia de plataformas corporativas (Contreras-Sepúlveda *et al.*, 2024) y la presencia de sesgos en sistemas de IA aplicados a la docencia. Estos dilemas subrayan la necesidad de establecer marcos normativos y estrategias institucionales que garanticen un uso responsable de las tecnologías emergentes.

La Tabla 1 sintetiza las principales barreras detectadas.

**TABLA 1. PRINCIPALES BARRERAS PARA LA INTEGRACIÓN DE LA COMPUTACIÓN CUÁNTICA Y LA IA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR**

| Tipo de barrera | Descripción                                                           | Ejemplos detectados                                                  |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Pedagógicas     | Complejidad conceptual y falta de materiales accesibles               | Escasez de recursos didácticos adaptados a niveles no especializados |
| Docentes        | Déficit de formación específica en computación cuántica e IA aplicada | Pocos programas de capacitación docente en estas áreas               |
| Éticas          | Riesgos de inequidad y sesgos algorítmicos                            | Dependencia de infraestructuras corporativas                         |

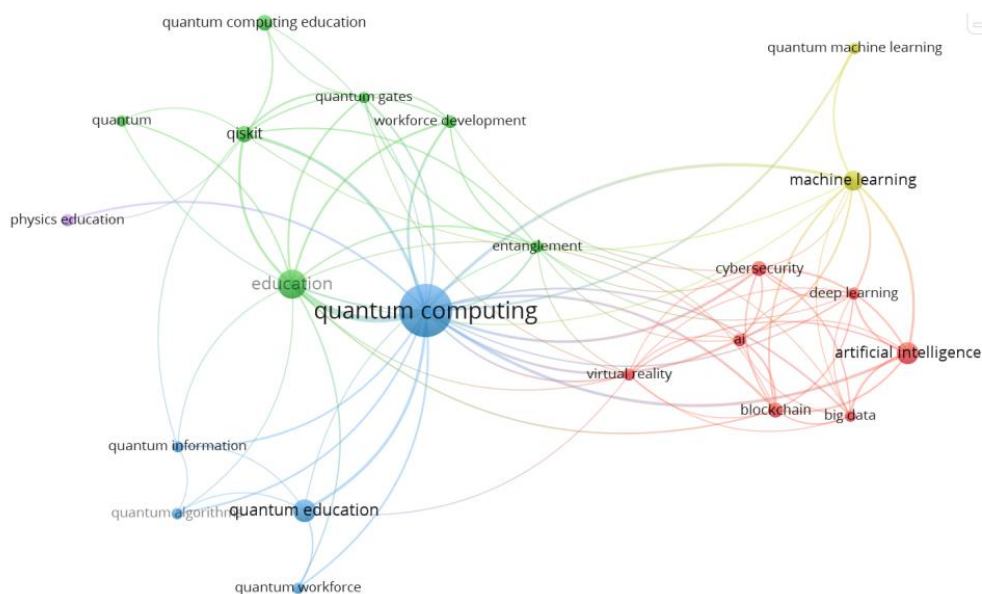
4.4. Análisis de co-ocurrencia de términos

El análisis de co-ocurrencia de palabras clave, representado en la Ilustración 4, permite identificar los núcleos conceptuales que estructuran la investigación sobre computación cuántica y educación superior. La red evidencia la centralidad del término *quantum computing*, en torno al cual se organizan diversos clústeres temáticos. Uno de ellos está conformado por expresiones como *quantum education*, *quantum information* y *quantum algorithms*, lo que confirma el predominio

de enfoques centrados en los fundamentos técnicos. Otro clúster vincula términos como *education*, *physics education* o *workforce development*, que apuntan a la preocupación creciente por la formación de competencias cuánticas en el ámbito universitario.

Un tercer núcleo está configurado por artificial intelligence, machine learning y deep learning, que actúan como puente conceptual entre los avances de la computación cuántica y sus posibles aplicaciones educativas (Zhu *et al.*, 2024). Finalmente, se observan nodos periféricos como blockchain o virtual reality, que muestran líneas exploratorias aún poco consolidadas.

**ILUSTRACIÓN 4. RED DE DE CO-OCURRENCIA DE PALABRAS CLAVE EN LOS ARTÍCULOS PUBLICADOS SOBRE LA COMPUTACIÓN CUÁNTICA Y LA EDUCACIÓN. (2015-2024)**  
(ELABORACIÓN PROPIA - VOSVIEWER)



En su conjunto, la red refleja una asimetría notable: mientras los conceptos vinculados a lo técnico y lo algorítmico muestran gran densidad e interconexión, los términos relacionados con la práctica docente aparecen de manera más débil y fragmentada. Esta diferencia sugiere que el interés por la dimensión pedagógica de la computación cuántica avanza, pero todavía sin el mismo peso ni continuidad que sus aspectos tecnológicos. Para la educación superior, esta constatación constituye un recordatorio: la innovación no puede reducirse a la incorporación de nuevos lenguajes o infraestructuras, sino que ha de ir acompañada de propuestas pedagógicas capaces de traducir esos avances en experiencias significativas de aprendizaje (Fox, Zwickl & Lewandowski, 2020).



#### 4.5. Oportunidades para la innovación docente

Más allá de las tendencias detectadas en el análisis bibliométrico y de co-ocurrencia, se identifican también oportunidades concretas para la innovación docente.

A pesar de las barreras señaladas, el análisis de la producción científica y de los programas revisados revela un conjunto de oportunidades que posicionan a la computación cuántica y a la inteligencia artificial como catalizadores de innovación educativa en la universidad.

En primer lugar, destacan los simuladores y entornos virtuales que permiten introducir conceptos complejos sin necesidad de disponer de hardware especializado. Herramientas como *Qiskit*, *Quantum Inspire* o *Qinterpreter* han democratizado el acceso a experiencias prácticas, reduciendo las barreras de entrada para estudiantes y docentes.

En segundo lugar, se observa la posibilidad de una integración curricular transversal, en la que los fundamentos cuánticos y las aplicaciones de IA se incorporen no solo en titulaciones STEM, sino también en áreas de economía, ciencias sociales o humanidades, en tanto que se trata de competencias de carácter transversal en la sociedad digital.

Asimismo, emergen experiencias prometedoras basadas en metodologías activas, como el aprendizaje basado en proyectos y los laboratorios virtuales (Hanafi *et al.*, 2025), que permiten a los estudiantes trabajar con problemas reales y desarrollar competencias híbridas (técnicas, éticas y críticas).

Finalmente, las alianzas estratégicas universidad-industria constituyen un motor relevante para el acceso a recursos, certificaciones y formación especializada. Iniciativas como *IBM Quantum Education* o *Microsoft Quantum Programs* evidencian la importancia de la cooperación para acelerar la capacitación en estas tecnologías disruptivas.

Estas oportunidades no solo compensan las barreras señaladas, sino que configuran un escenario favorable para repensar la enseñanza universitaria, aspecto que se desarrolla en las conclusiones.

### 5. CONCLUSIONES

La confluencia entre inteligencia artificial y computación cuántica constituye un fenómeno emergente que interpela de manera directa a la educación superior. A lo largo de este trabajo se han examinado las tendencias de investigación más recientes, las barreras que dificultan la integración curricular y las oportunidades que comienzan a vislumbrarse en programas e iniciativas internacionales.

Los resultados muestran que nos encontramos ante un campo en rápida expansión, con una producción científica que crece de manera sostenida desde 2020. No obstante, este crecimiento se caracteriza por un marcado sesgo tecnocientífico: la

mayoría de las contribuciones se orientan a aspectos computacionales, mientras que las aproximaciones pedagógicas y éticas siguen siendo minoritarias. Este desajuste pone de relieve la urgencia de abrir líneas de investigación que aborden la dimensión educativa de estas tecnologías con el mismo rigor que el aplicado a sus fundamentos técnicos.

Desde una perspectiva pedagógica, la principal conclusión es que la universidad no puede limitarse a introducir la computación cuántica y la inteligencia artificial como meros contenidos curriculares. Se requiere un cambio metodológico que facilite la apropiación progresiva de conceptos complejos mediante metodologías activas, simuladores accesibles y entornos de aprendizaje colaborativo. En paralelo, será indispensable invertir en la formación docente, pues sin profesorado capacitado difícilmente podrá producirse una integración sostenible y de calidad.

En el plano ético, se constata la necesidad de establecer marcos de gobernanza que regulen el uso de estas tecnologías en el ámbito académico. Aspectos como la equidad en el acceso a recursos, la transparencia algorítmica o la independencia respecto a intereses corporativos deben ser considerados de manera prioritaria para evitar que la innovación tecnológica derive en nuevas formas de desigualdad.

La agenda de actuación estratégica que proponemos se articula en tres ejes fundamentales:

1. Formación y desarrollo profesional del profesorado, con programas específicos en fundamentos cuánticos e inteligencia artificial aplicada a la enseñanza.
2. Diseño curricular interdisciplinar, que permita integrar competencias híbridas en distintas titulaciones, trascendiendo el marco exclusivo de las STEM.
3. Gobernanza ética e institucional, orientada a garantizar un uso responsable, inclusivo y sostenible de estas tecnologías emergentes.

En definitiva, la universidad se encuentra ante la oportunidad de liderar la transición hacia un ecosistema formativo en el que la inteligencia artificial y la computación cuántica actúen no solo como objetos de estudio, sino como motores de innovación pedagógica y transformación social. Para ello será necesario superar inercias institucionales, invertir en capacitación docente y consolidar alianzas estratégicas que aseguren el acceso equitativo a recursos. Solo así se podrá evitar una integración superficial y garantizar que estas tecnologías contribuyan efectivamente a mejorar la calidad, la pertinencia y la equidad de la educación superior en el siglo XXI.

## 6. REFERENCIAS

Bermúdez-González, G., Infante-Moro, A., & Infante-Moro, J. C. (2023). University education and digital transformation: challenges in training for emerging technologies. *Education Sciences*, 13(2), 168. <https://doi.org/10.3390/educsci13020168>

- Bitzenbauer, P. (2021). Quantum physics education research over the last two decades: a bibliometric analysis. *Education Sciences*, 11(11), 699. <https://doi.org/10.3390/educsci11110699>
- Cáceres-Tello, J., & Galán-Hernández, J. J. (2025). Artificial intelligence applied to air quality in smart cities: a bibliometric analysis. In D. B. Ibáñez, E. Gallardo-Echenique, H. Siringoringo, & N. L. Diez (Eds.), *Communication and Applied Technologies*. ICOMTA 2024 (pp. 274–287). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-96-0426-5\\_23](https://doi.org/10.1007/978-981-96-0426-5_23)
- Lopez-Meneses, E., Cáceres-Tello, J., Galán-Hernández, J. J., & Lopez-Catalan, L. (2025). Quantum Computing in Data Science and STEM Education: Mapping Academic Trends and Analyzing Practical Tools. *Computers (Basel)*, 14(6), Article 235. <https://doi.org/10.3390/computers14060235>
- Contreras-Sepúlveda, W., Villegas-Martínez, B. M., Gesing, S., Sánchez-Mondragón, J. J., Sánchez-Pérez, J. C., Vidales-Basurto, C. A., Escobedo-Alatorre, J. J., Torres-Palencia, A. D., Palillero-Sandoval, O., Licea-Rodriguez, J., Lozano-Crisóstomo, N., García-Melgarejo, J. C., & Palacios-Perez, E. N. (2024). Unleashing quantum algorithms with QInterpreter: bridging the gap between theory and practice across leading quantum computing platforms. *PeerJ Computer Science*, 10, e2318. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.2318>
- Dungey, T., Abdelgaber, Y., Chase Casto, Mills, J., & Fazea, Y. (2022). Quantum Computing: Current Progress and Future Directions. *EDUCAUSE Review (Online)*.
- Dunjko, V., & Briegel, H. J. (2018). Machine learning and artificial intelligence in the quantum domain: a review of recent progress. *Reports on Progress in Physics*, 81(7), 074001. <https://doi.org/10.1088/1361-6633/aab406>
- Fox, M. F. J., Zwickl, B. M., & Lewandowski, H. J. (2020). Preparing for the quantum revolution: what is the role of higher education? *Physical Review Physics Education Research*, 16(2), 020131. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEduRes.16.020131>
- Galán-Hernández, J. J. (2024). Integración de las metodologías de ciencia de datos en la bibliometría: mejoras y aplicaciones en el análisis de la producción científica. Universidad Complutense de Madrid. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/112142>
- Hanafi, B., Ali, M., & Singh, D. (2025). Quantum algorithms for enhanced educational technologies. *Discover Education*, 4(8). <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00400-1>
- Hughes, C., Finke, D., German, D., Merzbacher, C., Vora, P. M., & Lewandowski, H. J. (2021, August 25). Assessing the needs of the quantum industry. arXiv.org <https://arxiv.org/abs/2109.03601>
- Preskill, J. (2018). Quantum computing in the NISQ era and beyond. *Quantum*, 2, 79. <https://doi.org/10.22331/q-2018-08-06-79>
- Raubitzek, S., & Mallinger, K. (2023). On the applicability of quantum machine learning. *Entropy*, 25(7), 992. <https://doi.org/10.3390/e25070992>

- Wang, J., Shen, L., & Zhou, W. (2021). A bibliometric analysis of quantum computing literature: mapping the field and its evolution. *Technology Analysis & Strategic Management*, 33(9), 1041–1054. <https://doi.org/10.1080/09537325.2021.1963429>
- Zeguendry, A., Jarir, Z., & Quafafou, M. (2023). Quantum machine learning: a review and case studies. *Entropy*, 25(2), 287. <https://doi.org/10.3390/e25020287>
- Zhu, H., Lin, H., Wu, S., Luo, W., Zhang, H., Zhan, Y., Wang, X., Liu, A., & Kwek, L. C. (2024). Quantum computing and machine learning on an integrated photonics platform. *Information*, 15(2), 95. <https://doi.org/10.3390/info15020095>