



Fiscalidad inteligente y computación cuántica: nuevo paradigma en control fiscal

Intelligent taxation and quantum computing: new paradigm in fiscal control

Miguel Romero

Investigador independiente

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9530-7600>

miguelangelromeroduarte@gmail.com

Caracas-Venezuela

Resumen

La fiscalidad inteligente basada en tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial y el *Big Data*, permite analizar grandes volúmenes de datos, detectar patrones de comportamiento y prevenir fraudes fiscales. Por otro lado, la computación cuántica, con sus principios de superposición y entrelazamiento cuántico, ofrece capacidades de procesamiento sin precedentes para resolver problemas complejos. La integración de estas tecnologías puede transformar la gestión tributaria, mejorar la recaudación de impuestos y fortalecer la transparencia fiscal. La criptografía cuántica, en particular, se presenta como un área crítica, ya que podría vulnerar la criptografía actual y comprometer sistemas bancarios y bases de datos de la administración tributaria en cuestión de minutos. Por lo tanto, es esencial que las administraciones tributarias adopten estas nuevas tecnologías, no solo para potenciar herramientas de inteligencia artificial que prevengan el fraude y la evasión, sino también para proteger sus bases de datos a través de la criptografía cuántica. La colaboración entre la fiscalidad inteligente y la computación cuántica puede facilitar la creación de modelos predictivos más sofisticados, permitiendo anticipar comportamientos evasores y diseñar estrategias proactivas de control fiscal. Sin embargo, esta integración también presenta desafíos significativos en términos de infraestructura, inversión y consideraciones éticas, que deben ser abordados de manera cuidadosa para garantizar la efectividad y la confianza en el sistema tributario. En resumen, la combinación de estas tecnologías tiene el potencial de revolucionar la gestión fiscal, optimizando procesos y fortaleciendo la transparencia en la administración tributaria.

Palabras clave:

Fiscalidad inteligente; computación cuántica; inteligencia artificial; *Big Data*; control fiscal

Abstract

Intelligent taxation, based on advanced technologies such as artificial intelligence and Big Data, enables the analysis of large volumes of data, detects behavior patterns, and prevents tax fraud. On the other hand, quantum computing, with its principles of superposition and quantum entanglement, offers unprecedented processing capabilities to solve complex problems. The integration of these technologies can transform tax management, improve tax collection, and strengthen fiscal transparency. Quantum cryptography, in particular, presents itself as a critical area, as it could compromise current cryptography and jeopardize banking systems and tax administration databases within minutes. Therefore, it is essential for tax administrations to embrace these new technologies, not only to enhance artificial intelligence tools that prevent fraud and evasion but also to protect their databases through quantum cryptography. The collaboration between intelligent taxation and quantum computing can facilitate the creation of more sophisticated predictive models, allowing for the anticipation of evasive behaviors and the design of proactive fiscal control strategies. However, this integration also presents significant challenges in terms of infrastructure, investment, and ethical considerations, which must be carefully addressed to ensure effectiveness and trust in the tax system. In summary, the combination of these technologies has the potential to revolutionize fiscal management, optimizing processes and strengthening transparency in tax administration.

Keywords:

Smart taxation; quantum computing; artificial intelligence; Big Data; fiscal control

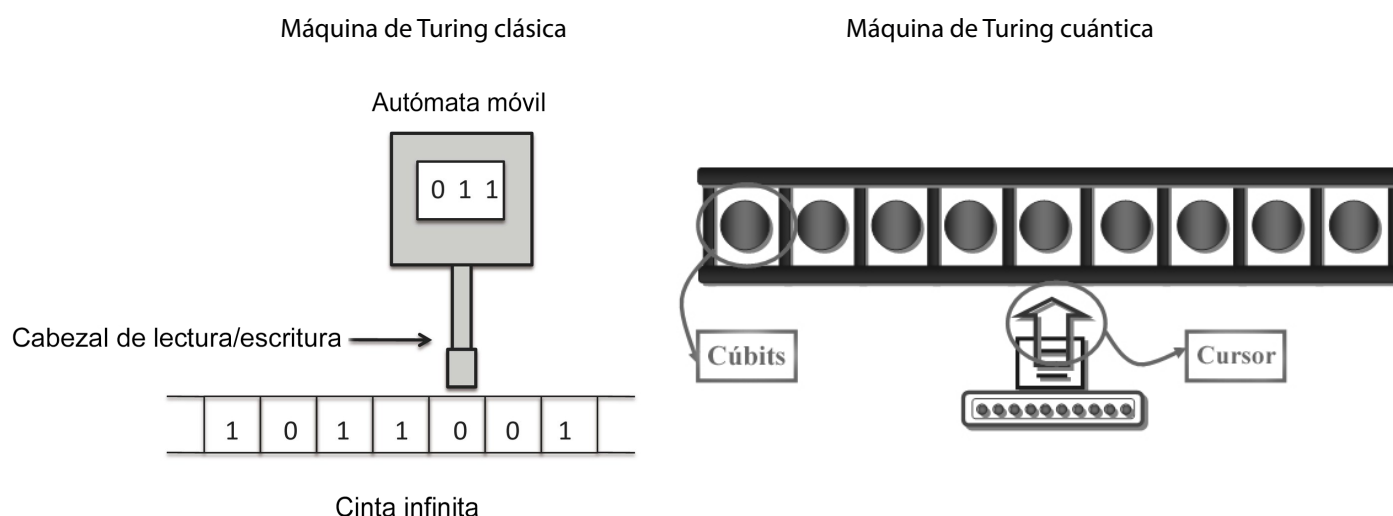
Introducción

Las administraciones tributarias enfrentan retos significativos debido al aumento exponencial de datos generados por los contribuyentes y las complejas estrategias de evasión fiscal. En este contexto, la fiscalidad inteligente, basada en inteligencia artificial y *Big Data*, se presenta como una solución para optimizar la gestión tributaria mediante el análisis avanzado de datos. Por otro lado, la computación cuántica, con capacidades sin precedentes para resolver problemas complejos, aporta un enfoque revolucionario. Este ensayo analiza cómo la integración de estas tecnologías puede transformar la fiscalización y recaudación fiscal, enfrentando los desafíos éticos, técnicos y financieros que acompañan esta transición tecnológica.

Computación cuántica

La computación cuántica utiliza cúbits en lugar de bits tradicionales, lo que permite realizar cálculos complejos de manera exponencialmente más rápida gracias a la superposición y el entrelazamiento cuántico. Estas capacidades son útiles para resolver problemas como la optimización de sistemas tributarios y el análisis de grandes bases de datos. Si bien comparte el modelo de la Máquina de Turing, la versión cuántica utiliza cúbits para realizar cálculos más complejos.

Figura N° 1. Máquina de Turing cuántica



Fuente: <https://es.wikipedia.org>.

En la actualidad, el crecimiento exponencial de los datos ha llevado a empresas a demandar ordenadores más veloces y potentes para resolver problemas complejos. La Ley de Moore² establece que el número de transistores en un microprocesador se duplica cada dos años, incremen-

tando la capacidad de procesamiento (Moore, 1965). Sin embargo, a medida que los transistores se miniaturizan a escalas nanométricas, surgen desafíos que afectan la eficiencia y funcionalidad de los ordenadores clásicos.

²La Ley de Moore fue enunciada por Gordon Moore, cofundador de Intel, en 1965. Aunque inicialmente fue una observación empírica, se convirtió en un principio clave para la industria de los semiconductores.



Los ordenadores cuánticos enfrentan varios retos clave:

a) Escalabilidad: se necesita un sistema que pueda aumentar la cantidad de cúbits para resolver problemas más complejos.

b) Coherencia cuántica: es crucial mantener la coherencia cuántica, lo que implica aislar el sistema de influencias externas para evitar la decoherencia, donde los cúbits pierden sus propiedades cuánticas y se comportan como bits clásicos.

c) Temperaturas extremas: los ordenadores cuánticos deben operar a temperaturas cercanas al cero absoluto (-273 °C) para funcionar correctamente.

Figura N° 2. Ordenador cuántico de IBM



Fuente: <https://www.ibm.com/quantum> (2025).

Computación cuántica

La criptografía tradicional es la ciencia que se encarga de transformar el contenido de un mensaje para que cuando se transmita por un canal hasta su destinatario solo sea capaz de descifrarlo dicho destinatario. Por otra parte, la criptografía cuántica es una tecnología emergente que ofrece una seguridad sin precedentes, al basarse en los principios de la mecánica cuántica (Agudo, 2022). Su principal aplicación en el ámbito tributario es la distribución de claves cuánticas, que permite:

- Establecer secuencias idénticas de claves aleatorias en diferentes ubicaciones, asegurando que ninguna tercera parte pueda interceptarlas.
- Garantizar la conservación de la información cuántica, impidiendo accesos no autorizados.
- Reforzar la seguridad frente a ataques que podrían comprometer sistemas criptográficos clásicos.

Para las administraciones tributarias, la criptografía cuántica es esencial para proteger bases de datos fiscales y prevenir vulnerabilidades en los sistemas de recaudación. Esta tecnología no solo asegura la integridad de la información, sino que también fortalece la confianza en los procesos de fiscalización, al impedir accesos no autorizados y posibles manipulaciones externas.

Además, la computación cuántica también puede descifrar sistemas criptográficos tradicionales, lo que plantea la necesidad urgente de adoptar estas tecnologías avanzadas para garantizar la seguridad fiscal en un entorno donde las amenazas cibernéticas evolucionan constantemente.

El internet de las cosas y los ordenadores cuánticos

El internet de las cosas (IoT) se refiere a la conexión de diversos dispositivos a través de una red, donde estos son visibles y pueden interactuar entre sí. Cualquier dispositivo que pueda conectarse a Internet y comunicarse con otros sin intervención humana se considera un nodo de interacción de máquina a máquina (M2M)³.

La integración de la fiscalidad inteligente con el IoT y la computación cuántica representa un avance significativo en el control fiscal de las Administraciones Tributarias. La fiscalidad inteligente utiliza tecnologías como *Big Data* e inteligencia artificial para optimizar la detección de fraudes y mejorar la recaudación. Estas herramientas permiten analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real,

³machine to machine, 'máquina a máquina' es un concepto genérico que se refiere al intercambio de información o comunicación en formato de datos entre dos máquinas remotas.



identificar patrones de comportamiento y diseñar estrategias de fiscalización más efectivas.

Por su parte, el IoT amplifica esta capacidad al conectar dispositivos que pueden recopilar y transmitir datos en tiempo real, mejorando así la eficiencia en la supervisión fiscal. Por ejemplo, sensores en dispositivos de punto de venta pueden proporcionar información instantánea sobre transacciones, permitiendo a las autoridades fiscales detectar anomalías de manera proactiva.

La sinergia entre estas tecnologías no solo optimiza la gestión fiscal, sino que también fortalece la transparencia y la confianza de los contribuyentes, asegurando que las administraciones tributarias estén mejor equipadas para enfrentar los desafíos en la era digital.

La inteligencia artificial

La inteligencia artificial (IA) es una disciplina que busca desarrollar programas capaces de realizar tareas que requieren inteligencia humana, como el aprendizaje y el razonamiento.

Según la Real Academia Española (RAE), la IA se define como la disciplina científica que se ocupa de crear programas informáticos y sistemas capaces de realizar tareas que requieren inteligencia humana (RAE, 2020).

Russell y Norvig clasifican la IA en sistemas que piensan, actúan como humanos o racionalmente, lo que incluye redes neuronales y agentes inteligentes (Russell y Norvig, 2020).

La inteligencia artificial cuántica combina IA y computación cuántica, mejorando la capacidad de las máquinas para procesar grandes volúmenes de datos y resolver problemas complejos.

El aprendizaje automático (*Machine Learning*), una rama de la IA permite crear modelos que predicen comportamientos de los contribuyentes. Esto es fundamental para detectar fraudes a tiempo y mejorar la recaudación de impuestos.

El aprendizaje profundo (*Deep Learning*) es una subdisciplina del aprendizaje automático que utiliza redes neuro-

nales artificiales con múltiples capas. Este enfoque ayuda a resolver problemas complejos de manera más efectiva.

El término "caja negra" (*black box*) se refiere a modelos de IA cuyos procesos internos son opacos, lo que dificulta entender cómo se generan los resultados.

Fiscalidad inteligente

La fiscalidad inteligente se define como la integración de tecnologías avanzadas para optimizar la gestión fiscal, incluyendo la ciencia de datos, la automatización de procesos tributarios y la IA. Este enfoque cobra gran relevancia en el contexto de la administración tributaria, dado el significativo papel que desempeña en la detección de fraudes fiscales y en la asistencia a los contribuyentes.

Las técnicas de IA y análisis avanzado de datos utilizadas por las autoridades fiscales incluyen minería de datos (*data mining*), aprendizaje automático (*Machine Learning*), comparación de patrones, pronósticos (*forecasting*), visualización, análisis semántico, agrupamiento (*clustering*), estadísticas multivariantes, análisis gráfico, simulación, procesamiento de eventos complejos y redes neuronales, entre otras.

Es crucial resaltar que la eficacia de estas herramientas depende de la calidad de los datos analizados. Si los datos están mal estructurados, son deficientes o contienen errores, los resultados obtenidos estarán sesgados, lo que podría perjudicar a los contribuyentes.

Aplicaciones de la computación cuántica en la fiscalidad inteligente

La computación cuántica representa un cambio de paradigma en el análisis y la gestión de datos fiscales. Sus capacidades únicas, basadas en los principios de superposición y entrelazamiento cuántico, permiten resolver problemas complejos de manera significativamente más eficiente que los métodos tradicionales.

Entre las herramientas más destacadas se encuentran los algoritmos cuánticos, que ofrecen soluciones innovadoras para diversos desafíos fiscales:

a) Algoritmo de Shor⁴: este algoritmo es fundamental para la factorización de números grandes, con aplicaciones directas en la criptografía y la seguridad de los datos fiscales. Por ejemplo, puede ayudar a proteger bases de datos sensibles y detectar patrones de fraude al identificar relaciones ocultas en grandes volúmenes de datos.

b) Algoritmo de Grover: optimiza la búsqueda en bases de datos no ordenadas, lo que permite analizar millones de registros fiscales de manera más rápida y eficiente. Esto es crucial para identificar comportamientos anómalos o sospechosos entre contribuyentes.

c) Los algoritmos de Kitaev y Watrous, por su parte, abordan problemas algebraicos complejos que pueden surgir en el análisis de datos fiscales. Estos algoritmos permiten entender mejor la estructura interna de grandes bases de datos, lo que a su vez ayuda a modelar y analizar la información tributaria de manera más precisa. Por ejemplo, en un caso práctico, una administración tributaria podría utilizar el algoritmo de Kitaev para modelar la interacción entre diferentes contribuyentes, identificando así patrones que sugieran actividades sospechosas.

d) Aprendizaje automático cuántico: esta rama emergente combina la computación cuántica con el aprendizaje automático para mejorar el análisis de datos fiscales. Gracias a la superposición y el entrelazamiento, los modelos cuánticos pueden procesar grandes volúmenes de datos en tiempos significativamente menores. Por ejemplo:

- Detección de fraudes fiscales: identifica patrones de evasión fiscal en tiempo real analizando transacciones y declaraciones fiscales.
- Modelos predictivos avanzados: permite anticipar comportamientos evasores antes de que ocurran, diseñando estrategias proactivas de control fiscal.

- Optimización de recursos: los algoritmos cuánticos pueden priorizar automáticamente los casos de mayor riesgo fiscal, mejorando la eficacia operativa de las administraciones tributarias.

- Aceleración del procesamiento: los algoritmos cuánticos pueden resolver problemas complejos en tiempos significativamente menores, reduciendo procesos de días a minutos. Por ejemplo, tareas como la auditoría de millones de declaraciones fiscales o la detección de patrones de evasión fiscal que antes requerían semanas, ahora podrían completarse en cuestión de horas.

La ciencia de datos (*Big Data*)

La ciencia de datos, también conocida como *Big Data*, permite analizar grandes volúmenes de información para identificar patrones y tendencias en el comportamiento de los contribuyentes. Su aplicación en el ámbito tributario es fundamental, ya que ayuda a detectar evasiones fiscales y mejora la toma de decisiones en materia tributaria.

En el ámbito tributario, el *Big Data* ayuda a las administraciones fiscales a seleccionar contribuyentes para fiscalización mediante modelos de riesgo de cumplimiento. Sin embargo, la diversidad de formatos en los datos representa un desafío importante. Para abordarlo, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) introdujo el estándar *SAF-T*⁵, que optimiza el intercambio de datos contables entre contribuyentes y administraciones fiscales.

La administración tributaria, a través de la automatización de declaraciones y otros documentos, obtiene información relevante de los contribuyentes. Esta información no solo es útil para prevenir el fraude, sino que también puede ser utilizada para asistir a los contribuyentes en el cumplimiento de sus obligaciones fiscales, mitigando así el riesgo de multas y mejorando la relación con los administrados.

⁴El Algoritmo de Shor, desarrollado por Peter Shor en 1994, es capaz de factorizar números enteros de manera eficiente en computadoras cuánticas, poniendo en riesgo sistemas de criptografía como RSA.

⁵El SAF-T (*Standard Audit File for Tax*) es un formato estándar de intercambio de datos desarrollado por la OCDE que permite la estandarización y automatización de auditorías fiscales.

Las aplicaciones del *Big Data* en la fiscalidad inteligente, contempla las actividades siguientes:

a) Detección de fraudes fiscales: las administraciones tributarias combinan *Big Data* con IA para crear algoritmos predictivos que identifican anomalías en declaraciones fiscales y transacciones financieras.

b) Asistencia a los contribuyentes: los algoritmos también se utilizan para elaborar declaraciones automatizadas y ofrecer soporte personalizado, mejorando el cumplimiento fiscal.

c) Optimización de recursos: herramientas como la minería de datos y redes neuronales permiten segmentar contribuyentes según su riesgo de incumplimiento, priorizando auditorías y asignando recursos de manera eficiente.

Las herramientas claves de análisis en *Big Data* son las siguientes:

- Redes neuronales artificiales: detectan patrones complejos, como perfiles de alto riesgo de evasión fiscal.
- Árboles de decisión: clasifican contribuyentes en grupos homogéneos según su comportamiento fiscal.
- Mapas auto-organizados (SOM⁶): Visualizan datos complejos, detectando patrones y posibles fraudes, como facturas falsas.

Por ejemplo, las redes neuronales artificiales y los árboles de decisión se aplican para clasificar a los contribuyentes según su nivel de riesgo de evasión fiscal. Asimismo, técnicas como los mapas autoorganizados (SOM) visualizan datos complejos, facilitando la detección de patrones sospechosos. Con estas herramientas, es posible automatizar la selección de contribuyentes para auditorías, optimizando recursos y mejorando la eficacia en la fiscalización. Sin embargo, el éxito de estas técnicas depende en gran medida de la calidad y estructura de los datos disponibles, lo que representa un desafío significativo para las administraciones tributarias.

Implementación de la inteligencia artificial en las administraciones tributarias

En la actualidad, diversas administraciones tributarias en el mundo están utilizando IA para detectar fraudes fiscales y prevenir la evasión tributaria. Este ensayo abarca experiencias de países como España, Estados Unidos, Francia, Finlandia, Chile, Brasil, México, Argentina, Perú, Colombia, Uruguay y Ecuador.

La Agencia Estatal de Administración Tributaria (AEAT) de España ha desarrollado la herramienta HERMES, que gestiona riesgos utilizando datos del sistema ZUJAR. HERMES genera informes estandarizados sobre los riesgos de los contribuyentes, permitiendo a la AEAT definir perfiles para seleccionar a aquellos que serán objeto de investigación. Además, ha implementado el Sistema de Suministro Inmediato de Información (SII), que utiliza técnicas de *Deep Learning* y *Machine Learning* para resolver dudas de los contribuyentes.

En Estados Unidos, el Servicio de Impuestos Internos (IRS) utiliza la plataforma Palantir para analizar datos y detectar patrones de fraude. Esta plataforma permite a los analistas identificar esquemas de fraude y actividades sospechosas. El IRS también emplea minería de datos para enriquecer sus bases de datos y maximizar el rendimiento de sus técnicas de análisis.

Francia ha introducido la posibilidad de recolectar datos de redes sociales y plataformas de intercambio de bienes y servicios, lo que ha generado un debate sobre la privacidad. Esta recolección masiva de datos se realiza sin necesidad de indicios de fraude, lo que plantea preocupaciones sobre los derechos de los ciudadanos.

La administración tributaria de Finlandia ha implementado la automatización de procesos robóticos (RPA) para mejorar la eficiencia en el procesamiento de datos, aunque esto plantea desafíos legales sobre la responsabilidad en auditorías fiscales.

⁶Los SOM o Mapas Auto-Organizados (*Self-Organizing Maps*), son una técnica de aprendizaje no supervisado dentro del campo de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático.

En Chile, el Servicio de Impuestos Internos (SII) ha desarrollado un sistema de análisis de datos que utiliza técnicas avanzadas para detectar fraudes, aumentando significativamente sus ingresos fiscales.

En México, el Servicio de Administración Tributaria (SAT) ha creado una plataforma que integra diversas fuentes de información para detectar fraudes, utilizando tecnologías de *Big Data* y *Machine Learning*. Esto ha permitido un análisis más eficiente y ha fortalecido la confianza en el sistema tributario.

La Administración Federal de Ingresos Públicos (AFIP) de Argentina ha implementado un sistema de enriquecimiento de datos y minería de datos para categorizar a los contribuyentes según su perfil de riesgo. A pesar de la protección de los derechos de los contribuyentes, la falta de transparencia en el uso de sus datos plantea riesgos significativos.

La Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT) de Perú ha utilizado inteligencia artificial desde 2004 para identificar casos de fraude, garantizando la transparencia en las auditorías.

En Colombia, la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) ha implementado un sistema integral basado en inteligencia artificial y *Big Data* para optimizar las labores de fiscalización y recaudación tributaria. Este sistema, conocido como "Muisca" (Modelo Único de Ingresos, Servicios y Control Automatizado), no solo automatiza procesos tributarios, sino que también permite identificar patrones de evasión fiscal mediante el análisis masivo de datos. A través de modelos predictivos, la DIAN puede detectar inconsistencias en las declaraciones de impuestos y priorizar auditorías en aquellos contribuyentes con mayor riesgo de incumplimiento.

En Uruguay, la Dirección General Impositiva (DGI) ha adoptado un enfoque innovador al utilizar tecnologías avanzadas para combatir la evasión fiscal. Una de las iniciativas más destacadas es el uso de herramientas de minería de datos y análisis predictivo para identificar actividades económicas no declaradas. La DGI ha desarrollado

un sistema de cruce de información que combina datos provenientes de registros públicos, transacciones bancarias y plataformas de comercio electrónico. Esto permite a la administración tributaria identificar discrepancias entre los ingresos declarados y los ingresos reales de los contribuyentes.

Finalmente, el Servicio de Rentas Internas (SRI) de Ecuador ha desarrollado un sistema de cálculo de riesgos para reducir la evasión fiscal, incorporando herramientas de *Big Data* y análisis predictivo.

La integración de la fiscalidad inteligente con la computación cuántica representa un cambio de paradigma en las estrategias de control fiscal. La combinación de estas tecnologías permite a las administraciones tributarias abordar desafíos, como la detección de fraudes fiscales y la optimización de procesos de recaudación.

Por ejemplo, el uso de algoritmos cuánticos como el de Shor y Grover puede mejorar la eficiencia de los sistemas de detección de fraudes fiscales y robustecer los sistemas de seguridad mediante criptografía cuántica. Además, la combinación de estas tecnologías puede facilitar el desarrollo de modelos predictivos más precisos, lo que permite anticipar comportamientos de evasión fiscal y diseñar estrategias proactivas.

Sin embargo, esta integración también plantea desafíos importantes. La implementación de sistemas cuánticos requiere una infraestructura avanzada y una inversión significativa en investigación y desarrollo. Asimismo, el uso de estas tecnologías plantea interrogantes éticos y jurídicos, como la protección de los datos personales, la transparencia en los procesos de fiscalización y el impacto en los derechos de los contribuyentes.



Figura N° 3. *Big Data* para detectar fraudes fiscales



Fuente: Elaboración propia (2025).

Desafíos y oportunidades de la computación cuántica en la fiscalidad inteligente

Aunque la computación cuántica promete revolucionar la fiscalidad inteligente, actualmente se encuentra en una etapa incipiente debido a los desafíos técnicos que enfrenta. Los dispositivos cuánticos actuales, como

las computadoras cuánticas de escala intermedia y ruidosa (NISQ⁷, por sus siglas en inglés), tienen limitaciones en cuanto a su tamaño, utilidad práctica y propensión a errores. La corrección de errores cuánticos y el desarro-

⁷NISQ (Noisy Intermediate-Scale Quantum) es un término que se usa para describir la actual etapa de la computación cuántica.

llo de sistemas tolerantes a fallos representan obstáculos que aún deben superarse para alcanzar una computación cuántica a gran escala capaz de superar el rendimiento de los sistemas clásicos.

Por otro lado, los avances recientes en la corrección de errores han mejorado las perspectivas de contar con computadoras cuánticas fiables y escalables en el futuro. Estas innovaciones podrían transformar la forma en que las administraciones tributarias modelan, analizan y procesan datos fiscales, permitiendo la resolución de problemas complejos de manera más eficiente y precisa.

La comunicación cuántica, que se encuentra en un estado más avanzado, ofrece una oportunidad sin precedentes para garantizar la seguridad de los datos fiscales. La distribución de claves cuánticas (QKD⁸, por sus siglas en inglés) ya ha sido probada en entornos reales, demostrando su capacidad para ofrecer una comunicación altamente segura. Sin embargo, los desafíos relacionados con las distancias de transmisión limitadas y los altos costos de implementación dificultan su adopción generalizada. A pesar de esto, los avances en equipos y redes de comunicación cuántica dedicados indican que estas limitaciones podrían ser superadas en un futuro cercano.

Además, las capacidades avanzadas de las tecnologías cuánticas en la recopilación, el procesamiento y la transmisión de datos podrían convertirse en un motor clave para aumentar la productividad y la ventaja competitiva en el ámbito fiscal. Una vez que estas tecnologías maduren, permitirán a las administraciones tributarias optimizar procesos como la detección de fraudes, la auditoría en tiempo real y la predicción de comportamientos evasores.

Conclusión

La fiscalidad inteligente y la computación cuántica representan un avance significativo en la modernización de las administraciones tributarias. La combinación de estas tecnologías permite abordar desafíos complejos, como la

detección de fraudes fiscales y la optimización de los procesos de recaudación, con mayor precisión y eficiencia.

La IA y el *Big Data* facilitan el análisis de grandes volúmenes de información, identificando patrones de comportamiento que serían imposibles de detectar mediante métodos tradicionales. Por su parte, la computación cuántica, con sus capacidades de procesamiento sin precedentes, posibilita la resolución de problemas complejos en tiempos significativamente menores. Estas herramientas no solo mejoran la eficacia operativa de las administraciones tributarias, sino que también fortalecen la confianza de los contribuyentes al promover la transparencia y la equidad en los procesos de fiscalización.

Sin embargo, la implementación de estas tecnologías no está exenta de desafíos. Los altos costos asociados a la infraestructura cuántica, la necesidad de formación especializada y los interrogantes éticos y jurídicos relacionados con la privacidad y la protección de datos son aspectos que deben ser cuidadosamente abordados. Además, la computación cuántica plantea riesgos significativos, como la posibilidad de comprometer los métodos de cifrado actuales, lo que podría afectar la seguridad de los datos transmitidos a través de Internet y permitir una vigilancia invasiva mediante sensores cuánticos de alta precisión.

El apoyo gubernamental desempeña un papel clave en el avance de la investigación sobre computación cuántica y en la conversión de estos avances en aplicaciones prácticas. La financiación pública no solo impulsa la innovación, sino que también garantiza la supervisión de los posibles riesgos asociados a estas tecnologías, asegurando que se implementen de manera ética y responsable.

En definitiva, la sinergia entre la fiscalidad inteligente y la computación cuántica tiene el potencial de revolucionar la gestión fiscal a nivel global. Para aprovechar al máximo estas innovaciones, es fundamental que las administraciones tributarias:

- Inviertan en investigación, formación y desarrollo.

⁸La distribución de claves cuánticas (*Quantum Key Distribution*, QKD) es un método de comunicación segura que utiliza principios de la mecánica cuántica para permitir que dos partes creen una clave secreta compartida

- Adopten un enfoque ético y transparente que garantice el respeto a los derechos de los contribuyentes.

- Diseñen estrategias regulatorias y de seguridad que mitiguen los riesgos asociados a la computación cuántica.

Estas recomendaciones no solo permitirán una implementación exitosa de estas tecnologías, sino que también asegurarán que su impacto sea sostenible y beneficioso para las administraciones tributarias y los contribuyentes en general.

Por otro lado, los avances recientes en la corrección de errores han mejorado las perspectivas de contar con computadoras cuánticas fiables y escalables en el futuro. Estas innovaciones podrían transformar la forma en que las administraciones tributarias modelan, analizan y procesan datos fiscales, permitiendo la resolución de problemas complejos de manera más eficiente y precisa.

La comunicación cuántica, que se encuentra en un estado más avanzado, ofrece una oportunidad sin precedentes para garantizar la seguridad de los datos fiscales. La distribución de claves cuánticas (QKD⁸, por sus siglas en inglés) ya ha sido probada en entornos reales, demostrando su capacidad para ofrecer una comunicación altamente segura. Sin embargo, los desafíos relacionados con las distancias de transmisión limitadas y los altos costos de implementación dificultan su adopción generalizada. A pesar de esto, los avances en equipos y redes de comunicación cuántica dedicados indican que estas limitaciones podrían ser superadas en un futuro cercano.

Además, las capacidades avanzadas de las tecnologías cuánticas en la recopilación, el procesamiento y la transmisión de datos podrían convertirse en un motor clave para aumentar la productividad y la ventaja competitiva en el ámbito fiscal. Una vez que estas tecnologías maduren, permitirán a las administraciones tributarias optimizar procesos como la detección de fraudes, la auditoría en tiempo real y la predicción de comportamientos evasores.

Referencias

Agencia Española de Protección de Datos (AEPD). (2020). *Adecuación al RGPD de tratamientos que incorporan inteligencia artificial: Una introducción*. Madrid, España: Agencia Española de Protección de Datos.

Agencia Española de Protección de Datos (AEPD). (2021). *10 malentendidos relacionados con la anonimización*. España: Agencia Española de Protección de Datos.

Agudo, R. (2022). *Aplicación didáctica sobre criptografía y computación cuántica*. Alicante, España: Universidad de Alicante.

Alonso, G. (2021). *Estudio de QSVM, algoritmo de machine learning cuántico*. Valladolid, España: Universidad de Valladolid.

Castellón, P., y Velásquez, J. (2011). *Caracterización de contribuyentes que presentan facturas falsas al SII mediante de técnicas de data mining*. Chile: Revista de Ingeniería de Sistemas, Universidad de Chile.

Centro Interamericano de Administraciones Tributarias (CIAT). (2006). *Manual CIAT sobre inteligencia fiscal*. Palmira, Colombia.

Claramunt, S. (2022). *Investigación sobre computación cuántica*. Alicante, España: Universidad de Alicante.

García, A. (2022). *La obtención automatizada por las administraciones tributarias de información de las redes sociales y otras plataformas de internet*. Madrid, España: Revista de Contabilidad y Tributación, Centro de Estudios Financieros, Universidad Autónoma de Madrid.

Kleinman, I. (2019). *Computación cuántica: Aplicaciones prácticas que la computación clásica no puede responder*. Madrid, España: Universidad Carlos III de Madrid.

Martín, J. (2021). *Inteligencia artificial, sesgos y no discriminación en el ámbito de la inspección tributaria*. Alicante, España: Universidad de Alicante.

Moore, G. (1965). *Cramming more components onto integrated circuits*. Nueva York, Estados Unidos: McGraw-Hill.

Nasimba, C. (2020). *Inteligencia artificial y Administración tributaria*. Universitario en Elche, España: Universidad Miguel Hernández de Elche.

Oliver, R. (2021). *Big data e inteligencia artificial en la Administración tributaria*. Catalunya, España: Revista de los Estudios de Derecho y Ciencia Política, Universitat Oberta de Catalunya.

Ossandón, F. (2020). *Inteligencia artificial en las administraciones tributarias: Oportunidades y desafíos*. Santiago, Chile: Revista de Estudios Tributarios, 24, Centro de Estudios Tributarios de la Universidad de Chile.

Ponce, P. (2010). *Inteligencia artificial con aplicaciones a la ingeniería*. Ciudad de México, México: Alfaomega Grupo Editor.

Real Academia Española. (2020). *Diccionario de la lengua española*. Madrid, España: Espasa.

Rodríguez, N. (2021). *Big data e inteligencia artificial: Una aproximación a los desafíos éticos y jurídicos de su implementación en las administraciones tributarias*. Sevilla, España: Editorial Universidad de Sevilla.

Russell, S., y Norvig, P. (2020). *Artificial intelligence: a modern approach*. Hoboken, Estados Unidos: Pearson.

Serrano, F. (2020). *Fiscalidad e inteligencia artificial: Administración tributaria y contribuyentes en la era digital*. España: Editorial Aranzadi.

Serrano, F. (2023). *Tax Administration 2023: Cómo la inteligencia artificial revoluciona la Administración tributaria en España*. España: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

Serrano, F.; González, U.; Santos, I.; Rodríguez, J.; De Haro, M.; Hurtado, J.; Segarra, S.; Tomé, J.; Iriarte, A.; García, C.; y Bonell, R. (2020). *Fiscalidad e inteligencia artificial: Administración tributaria y contribuyentes en la era digital*. España: Editorial Thomson Reuters Aranzadi.