

Los desafíos del Derecho frente a la información cuántica: algunas perspectivas en torno al nuevo rol jurídico

The challenges of law in the face of quantum information: some perspectives on the new legal role

Alejandro Spessot


(Universidad de Buenos Aires, Argentina)

 <https://orcid.org/0009-0000-3454-7117>

Correspondencia: alejandrohernanspessot@gmail.com

Federico Tabares

(Universidad de Buenos Aires, Argentina)

 <https://orcid.org/0009-0006-0795-2081>

Correspondencia: federicotabares@meta.com



*Recibido: 08-04-2024
Aceptado: 04-07-2024*

LOS DESAFÍOS DEL DERECHO FRENTE A LA INFORMACIÓN CUÁNTICA: ALGUNAS PERSPECTIVAS EN TORNO AL NUEVO ROL JURÍDICO

Alejandro Spessot y Federico Tabares

RESUMEN

Históricamente ante el advenimiento de la tecnología el ser humano ha demostrado que el cambio tecnológico ha impactado también en los términos del cambio social, económico y político; pero fundamentalmente afectando y reconfigurando las relaciones de poder. La computación cuántica aparece como uno de los más avanzados fenómenos que introducirá cambios en todos los órdenes de lo humano. La idea que subyace a la irrupción de la computación cuántica radica, como toda nueva herramienta tecnológica, en un desconcierto primario ante el poder que conlleva y la fuerza del surgimiento. Su procesamiento, adecuación y gobernanza requiere transformaciones de una manera precisa, pero también controlada. Es aquí donde una vez más el universo de las Ciencias Jurídicas debe plantear y adaptar las normas y valores jurídicos a estos fines, sin cercenar el desarrollo técnico, pero estableciendo principios ético-morales y de procedimiento. La combinación con otras tecnologías como la Inteligencia Artificial, nos depara aún, un mayor desafío en este ámbito. El objetivo de este artículo es intentar dar cuenta, ante qué tipo de desarrollo tecnológico emergente nos encontramos y desde qué directrices poder abordarlo, a los fines de su regulación, sin perder de vista la reconfiguración de las relaciones que esto supone, incluso en el ámbito jurídico.

PALABRAS CLAVE: derecho - computación cuántica - ética - inteligencia artificial - derechos fundamentales

THE CHALLENGES OF LAW IN THE FACE OF QUANTUM INFORMATION: SOME PERSPECTIVES ON THE NEW LEGAL ROLE

Alejandro Spessot y Federico Tabares

ABSTRACT

Historically, with the advent of technology, humanity has shown that technological change has also impacted social, economic, and political change, fundamentally affecting and reconfiguring power relationships. Quantum computing emerges as one of the most advanced phenomena that will introduce changes in all aspects of human life. The underlying idea behind the emergence of quantum computing lies, like any new technological tool, in a primary bewilderment at the power it entails and the force of its rise. Its processing, adaptation, and governance require precise but also controlled transformations. This is where the field of Legal Sciences must once again propose and adapt legal norms and values to these ends, without stifling technical development, while establishing ethical-moral and procedural principles. The combination with other technologies, such as Artificial Intelligence, presents an even greater challenge in this area. The objective of this article is to attempt to account for the type of emerging technological development we are facing and from which guidelines we can approach it, for the purposes of its regulation, without losing sight of the reconfiguration of relationships that this entails, even in the legal realm.

KEYWORDS: law - quantum computing - ethics - artificial intelligence - fundamental rights

Los desafíos del derecho frente a la información cuántica: algunas perspectivas en torno al nuevo rol jurídico

*Alejandro Spessot¹
Federico Tabares²
Argentina*

Introducción

En el marco de la IV Revolución Industrial, las emergentes tecnologías irrumpen de tal manera que modifican los paradigmas instituidos y, a su vez, establecen nuevos criterios e interacciones en la forma de relacionarse de los seres humanos con la tecnología. Partimos de la noción de que la computación o información cuántica es una cuestión legal, por más raro que esto parezca, debemos reconocer cómo la tecnología está afectando

- 1 Abogado egresado de la Facultad de Derecho de la Universidad Nacional de Rosario, magíster en Derecho Administrativo y Administración Pública por la Universidad de Buenos Aires, seminario posgrado en formación docente UNR, posgrado en Contratos Administrativos en la Escuela Cuerpo Abogados del Estado, ex director de asuntos jurídicos del Ministerio de Cultura de la Nación, ex prosecretario de la Sala II de la Cámara Federal de Casación Penal, profesor adjunto de Instituciones del Derecho Público en la Facultad de Ciencias Económicas y de Actividad Sustantiva del Estado en la Facultad de Derecho -ambas de la UBA- y en la Universidad de San Isidro (Derecho político, Derecho administrativo y Derecho procesal constitucional federal y provincial en calidad de profesor adjunto), asesor del Instituto Nacional de Cine y Artes Audiovisuales, expositor en jornadas y congresos y autor de numerosos artículos en materia de Derecho público y Derecho internacional público.
- 2 Abogado, egresado de la Facultad de Derecho de la Universidad de Buenos Aires, profesor de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires. Especialista en Ciberseguridad y Legaltech. Autor de numerosos artículos en materia de derecho público e internacional público.



y modificando la realidad; y por ello, estos avances deben ser incluidos y alcanzados por el Derecho. Desde el momento en que las nuevas tecnologías tienen injerencia en el accionar humano, el Derecho debe interponerse a los fines de su mejor uso. Así como en algún momento de la historia de la humanidad, lo fue con otras herramientas, actualmente es menester hacerlo con la tecnología.

La computación cuántica se basa en los principios de la mecánica cuántica y combina la física contraintuitiva con la ingeniería. Tiene como principios generales a la superposición, el entrelazamiento y su aplicación incipiente en diversas áreas; por lo cual, viene a traer nuevas problemáticas en torno a su regulación, especialmente en el marco normativo y ético. Actualmente la computación cuántica se desarrolla en áreas específicas tales como: computación o informática, comunicaciones, sensores, simulación y optimización e inteligencia artificial. Pero esta realidad, no limita a que en un futuro cercano se expanda a otros campos.

En este contexto, la información cuántica constituye uno de los avances más asombrosos de esta época, tal vez junto a la Inteligencia Artificial (IA), son las tecnologías que mayor impacto generan de cara al futuro. Lógicamente esto conlleva a nuevos y propios desafíos en materia jurídica. Ahora bien: ¿Desde qué perspectiva se debe hacer? ¿Con qué principios y valores? ¿Se deberían establecer límites a su desarrollo como a su aplicación? ¿Cómo controlamos esta tecnología?

Se intenta abordar algunas posibles respuestas a estas preguntas a lo largo del artículo. En el primer apartado, existe una aproximación a las nociones de la información o computación cuántica, términos que se usarán indistintamente, con los conocimientos necesarios que permitan enfocar a los nuevos desafíos que se afrontan desde lo jurídico/legal, ante este fenómeno que ya es una realidad y promesa de cambios estructurales.

Posteriormente, en el segundo acápite, se analizarán algunas nociones en las que el Derecho, en sentido amplio, debe introducirse ante estos nuevos escenarios. Es importante aquí destacar los principios éticos y jurídicos que se han estado generando en este corto tiempo con las diferentes tecnologías que han aparecido. También en este capítulo se abordarán los desafíos profesionales que trae aparejada esta nueva tecnología. Definitivamente el rol de quienes se dedican a todos los aspectos jurídicos se está modificando y, seguramente esto traerá incluida una práctica diferente de como lo conocemos hoy en día.

En el tercer capítulo y a fin de precisar la relevante vinculación que guarda el tema que es objeto del presente trabajo y la Inteligencia Artificial, precisamos sobre la inteligencia artificial cuántica, la evolución y desarrollo, y los posibles impactos. Finalmente, en las conclusiones, se intentará hacer un llamado a las cuestiones presentes y futuras que se consideran, deberán ser tenidas en cuenta por la comunidad. Se está, una vez más en la historia, en el punto en el que, una nueva herramienta aparece dispuesta a cambiar el curso de la humanidad. Y como con toda herramienta, es fundamental la concientización de su uso y su regulación normativa a los fines del contenido que se le pretenda dar.

I. Aproximación a la computación cuántica

Para iniciar, es necesario expresar que no se introducirá cuestiones y especificaciones técnicas tales como cúbits o sus diferencias con los bits, o en conceptos como superposición e interferencia cuántica y/o entrelazamiento. Se dejan estas nociones y características propias a los especialistas del área; pero sí definitivamente, se analizarán los elementos necesarios a los fines de un estudio legal y los lineamientos jurídicos de esta tecnología emergente.

En primer lugar, las computadoras tradicionales almacenan y procesan la información de acuerdo a unidades binarias llamadas “bits” que tienen el

valor de 0 o 1. Por su parte, la computación cuántica utiliza cubits (en lugar de bits) para las mismas operaciones de almacenamiento y procesamiento. Estos cubits desempeñan en la computación cuántica un papel similar al de los bits en la computación clásica, pero se comportan de manera muy diferente pudiendo tener una superposición de todos los estados posibles, es decir 0 y 1 a través de comportamientos propios de la física cuántica como la superposición, el entrelazamiento y la interferencia, lo que les permite realizar operaciones más poderosas que las conocidas por las computadoras tradicionales. A modo de ejemplo, cálculos que llevarían 10 mil años realizarlos con las tecnologías conocidas, serían resueltos en un segundo por las computadoras cuánticas.³ Se considera que un sistema de computación cuántica en pleno funcionamiento, será 100 millones de veces más poderoso que las computadoras de escritorio y por lo menos 3500 veces más poderoso que las supercomputadoras existentes.

En segundo lugar, hay que tener en cuenta que esta excepcional tecnología requiere de costos altísimos para su funcionamiento. Tanto la construcción, como la puesta operativa de estas máquinas requiere de equipamiento específico tales como, ser mantenidos a muy bajas temperaturas (alrededor de -200 °C) o ventiladores de succión ultralivianos. Esto hace que difícilmente se vean estos equipos en casa de particulares o empresas y, en cambio, sean de uso específico de centros especializados o universidades.

Posteriormente y como tercera cuestión, es válido señalar que las computadoras cuánticas no vienen a reemplazar a las convencionales. No solo por lo descrito, que va relacionado a los costos, insumos y estructuras necesarias; sino por las funciones específicas que la computación cuántica viene a desempeñar. Se verá que las computadoras cuánticas no reemplazarán a las tradicionales, sino que por el contrario se complementarán en el uso.

3 Mark Molloy, "Google's new quantum computer is 100 million times faster than your PC", The Telegraph (9 Diciembre 2015). <https://www.telegraph.co.uk/technology/news/12042781/Google-D-Wave-quantum-computer-is-100-million-times-faster-than-your-PC.html>

Esto se debe no sólo a cuestiones económicas sino también al funcionamiento segmentado de esta tecnología, es decir, debido a su potencia y el diferencial en la ejecución de las tareas en que se utiliza para funciones específicas, que las computadoras tradicionales no pueden realizar. Luego de pruebas realizadas, Google aseveró que la computación cuántica puede resolver problemas matemáticos en 4 minutos, lo que a la computación conocida hasta ahora le llevaría 10 mil años.⁴ Si bien aún no se está en condiciones de confirmar con precisión todas las aplicaciones que esta tecnología viene a afrontar, sí se puede asegurar su uso, en la resolución de problemas, tales como la óptima distribución de limitados recursos en un área específica de acuerdo a un patrón de necesidad. Es decir, por ejemplo, dado el caso hipotético de escasas vacunas en un determinado territorio la complejidad de la eficiente asignación del recurso, esta podría ser abordada a través de dicha tecnología. Este cálculo concerniente a la optimización más eficiente de los recursos escasos, es conocido con el nombre de *“optimización cuántica”*. Pero se tiene también otras aplicaciones específicas de esta emergente tecnología.

La *“comunicación cuántica”* es el sector en donde los avances pueden concebir y transmitir información con un grado de encriptación imposible de descifrar (así como hacer vulnerables sistemas actuales de encriptación); o también el caso de la *“simulación cuántica”*, en donde se facilita la simulación del comportamiento de moléculas en el marco de investigaciones médicas tanto de enfermedades como de su tratamiento. Otro campo en donde la información cuántica tendrá una importancia decisiva es en lo relacionado a los sensores que impactan directamente en los instrumentos de navegación y medición. Por esto, la implementación de *“sensores cuánticos”* será indispensable para la navegación marítima, terrestre y aérea pero también la aeroespacial.

Asimismo, los conceptos de ventaja y supremacía cuántica engloban lo descrito anteriormente. La computación cuántica, como vimos, tiene un

4 Madhumita Murgia and Richard Waters, 'Google claims to have reached quantum supremacy' financial times (20 September 2019) <<https://www.ft.com>>.

performance de las tareas y operaciones que las computadoras tradicionales no pueden desempeñar. Esto es conocido con el nombre de *Supremacía Cuántica*. Por otro lado, la *Ventaja Cuántica* remite a la eficacia y eficiencia de las tareas que realiza, en relación a la informática clásica. Por último, resulta de vital importancia decir que la tecnología cuántica se basa en operaciones de alta probabilidad en lugar de certezas como lo hace la computación tradicional. Esto es fundamentalmente importante a la luz de los resultados (y usos) que existen sobre estas máquinas.⁵

II. El abordaje jurídico y principios fundamentales a salvaguardar

No lejos de realidades que se han elaborado en célebres libros o películas, en donde se plantean futuros distópicos, el nuevo escenario que se configura para quienes se desempeñan en las ciencias jurídicas, es totalmente extraño como desafiante. Por esto es necesario plantear valores éticos y jurídicos que vengan a dar luz sobre estos nuevos escenarios. Centralmente nos referimos a valores éticos jurídicos que deben ser tenidos en cuenta al momento de concebir, utilizar y proyectar estas nuevas herramientas cuánticas. El desafío es doble: no solo alcanzar su debida regulación, sino propiciar su desarrollo superando todo tipo de impedimentos. Ahora bien, ante esta nueva y poderosa herramienta, que debe ser dotada de contenido a los fines de sus usos y aplicaciones, se siguen lineamientos establecidos por la Comisión Europea en relación a otras tecnologías,⁶ como la inteligencia artificial, robótica avanzada y sistemas autónomos:

5 How D-Wave Systems Work, D-Wave, <https://www.dwavesys.com/learn/quantum-computing>.

6 Comisión Europea, Dirección General de Investigación e Innovación, Grupo Europeo de Ética de la Ciencia y de las Nuevas Tecnologías, Statement on artificial intelligence, robotics and 'autonomous' systems (Brussels:European Commission, 2018). <https://data.europa.eu/doi/10.2777/531856>

- Principio de no violación de los Derechos Humanos, que constituye la piedra basal que incluye no solo el respeto de las máquinas por los derechos humanos sino la dignidad integral de los seres humanos.
- Principio de respeto de los Derechos y Libertades Fundamentales, que debe tener en cuenta, además, el respeto a las normas democráticas, estándares éticos universales y culturales, al igual que las normas morales.
- Principio de contribuir a la igualdad, transparencia, no discriminación, diversidad, solidaridad y prosperidad. Conjuntamente, se debe contener neutralidad en el uso, evitar asimetrías de poder en su aplicación, y garantizar acceso igualitario en los servicios relacionados al internet cuántico.
- Principio de respeto de los procesos y decisiones en el marco democrático, lo que incluye la educación e instrucción a la comunidad en general de la Tecnología Cuántica y sus derivados.
- Principio de aplicación de la Tecnología Cuántica de forma responsable, factible de ser controlada en su funcionamiento, acorde a las reglas de los procedimientos que se establezcan y la Ley.
- Principio de cumplimiento de las regulaciones de protección de datos personales, privacidad y gobernanza.
- Principio de aplicación de la Informática Cuántica en sentido social, sustentable y en resguardo de la prevención del daño ambiental.

Monitorear y validar el funcionamiento de la tecnología cuántica, es piedra fundamental en la implementación normativa-legal, ética y social. El desarrollo de herramientas concretas que asistan este proceso será lo que determine el éxito y especialmente la evaluación del impacto. Con la creación de herramientas tecnológicas de evaluación de impacto de la tecnología cuántica, se podrá, como primera medida, evaluar el sentido moral y los límites, con los que se efectúa su desarrollo y aplicación.

Esta metodología fue pionera en Estados Unidos,⁷ en donde el Congreso impulsó la Office of Technology Assessment (OTA) que tenía por objeto analizar y explorar la regulación de los nuevos modelos tecnológicos que se fueron desarrollando. Por otro lado, es necesario poner en debate el nuevo rol de quienes estarán (y deberán) abocarse a la tarea de regular y adecuar esta tecnología conforme al Derecho. La información cuántica, así como las tradicionales, requieren que sean programadas a fin de ser efectivas. Esto introduce nuevos conceptos en los métodos de programación tradicionales, pero también, ante la novedad y el poder de la tecnología con la que se está tratando, se presentan nuevos desafíos regulatorios. Así, el derecho y la gobernanza operacional deberán ser programadas y expresadas en términos de códigos informáticos. Esto trae nuevos desafíos en el mundo de las ciencias jurídicas, como, por ejemplo: ¿Deberán los abogados aprender a programar? ¿Cómo se controlarán legalmente estos sistemas? y, avanzando: en materia jurisdiccional, ¿alcanzará solamente con los peritos informáticos?

Por cierto, actualmente ya existen abogados especialistas en programación o ingenieros en sistema con estudios en derecho. La dificultad de aproximación entre los mundos jurídicos y de la ingeniería informática parece destinada a confluir ante el advenimiento de esta nueva tecnología.

III. Hacia el escenario de una nueva realidad en la experimentación cuántica

Por último y en el contexto descrito, es preciso dejar sentadas algunas nociones elementales de un modelo de inteligencia artificial, que aparece con la computación cuántica y cuya evolución ha sido realizada por importantes compañías líderes de su sector, todo ello, trae aparejado su más extenso tratamiento: la inteligencia artificial cuántica. Ésta, consiste en una tecnología multidisciplinaria, en base a la construcción de algoritmos cuánticos, a fin de

⁷ Parece pertinente la referencia a la Oficina de Evaluación Tecnológica creada en 1974.

maximizar el quehacer computacional en el ámbito de la inteligencia artificial, que incluye el aprendizaje automático, entre otras subáreas.

En línea a lo expuesto, y a la luz del pormenorizado estudio realizado por la Fundación Innovación Bankinter denominado “*Quantum Computing e Inteligencia Artificial. La revolución silenciosa*”,⁸ de acuerdo a ese informe, como primer dato, se destacan los cálculos que puede realizar la computación cuántica, con posible ventaja frente a los algoritmos tradicionales de la inteligencia artificial, utilizados en la visión computarizada, el procesamiento del lenguaje natural (PLN) y la industria robótica. Dado a los caracteres de la computación cuántica precedentemente mencionados, esta sería capaz de almacenar muchísimos más estados por unidad de información y operar con algoritmos mucho más eficientes a nivel numérico. Esto significa, que los ordenadores cuánticos aprovechan algunos de los fenómenos de la mecánica cuántica para ofrecer grandes avances en cuanto a potencia de cálculo y procesamiento.

Cabe destacar el efecto útil de este avance tecnológico: el binomio coste-oportunidad, para ser evaluado en el impacto de ciertas industrias y sectores, ya que aporta como valor añadido, en mejoras de tiempo, efectividad y alcance de conocimiento. Sin dudas, estas computadoras cuánticas, con estos procesadores, podrían revolucionar la informática, al obtener ventaja de la física cuántica, para resolver problemas que no pueden procesar las computadoras más avanzadas de la actualidad, por ejemplo contribuyendo a configurar datos financieros, aislar factores de riesgo globales clave para realizar mejores inversiones, generar o predecir escenarios predictivos y realizar coberturas de contingencia para muchas industrias, como también, reducir los tiempos en el estudio y desarrollo de nuevos fármacos o antivirales.

Asimismo, puede facilitar que los niveles de la inteligencia artificial, como el aprendizaje automático, sean mucho más efectivos o potentes para

8 Fundación Innovación Bankinter, *Quantum Computing e Inteligencia Artificial: la revolución silenciosa*. Disponible en: <https://www.fundacionbankinter.org/wp-content/uploads/2023/03/Informe-FTF-Tecnologias-cuanticas-y-IA-marzo23.pdf>

casi cualquier sector o industria intensiva en datos, o también, en este tiempo de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de 2030 de Naciones Unidas, desarrollar soluciones para ser más eficientes energéticamente y luchar contra el calentamiento global, entre otras cuestiones.

Es decir, se emprende un viaje hacia los sistemas y modelos de experimentación cuántica, escalando el entrelazamiento y la superposición de estados hasta niveles impredecibles, que trascienden cualquier idea humana, obteniendo un progreso sorprendente en las fronteras de la física cuántica. Entre algunos de los grupos de expertos de investigación que se pueden mencionar, se encuentran los del Instituto Max Planck para la Ciencia de la Luz (Alemania) con la finalidad de utilizar algoritmos de inteligencia artificial como fuente de inspiración en la física cuántica. Como también: Atom Computing, Xanadu, ColdQuanta, Zapata Computing, Azure Quantum, entre los principales líderes recientes.

Estas empresas están investigando en diferentes áreas y ámbitos de conocimiento de hibridación de la computación cuántica con la inteligencia artificial, en diversas áreas: a) profundización del desarrollo de hardware con un enfoque en computadoras cuánticas de átomos neutros, creando prototipos de estas máquinas de función específica y también la posibilidad de acceso en la nube a grandes volúmenes de datos a través del método de captura óptica y direccionamiento de átomos individuales, b) acceso a una variedad de aplicaciones de software cuántico y hardware mediante plataformas escalables y seguras, que proporcionan continuidad en la adaptación al futuro cuántico que cambia rápidamente con el potencial de impactar a la industria, c) desarrollo de un conjunto de herramientas basado en el flujo de trabajo para la computación cuántica mediante un sistema de extremo a extremo y que produzca una variedad de recursos clásicos y una variedad de simuladores, d) comercialización atómica cuántica, una tecnología que se basa en átomos ultra enfriados que se enfrían a una temperatura gélida que se sitúa en el cero absoluto, entre otros.

Es dable indicar que, a finales de 2021, IBM, Google, Intel y Honeywell, eran las empresas estadounidenses que ya disponían de ordenadores cuánticos funcionales con una capacidad interesante como entorno de pruebas e investigación.

Por otra parte, España, sin erigirse como líder de estas tecnologías exponenciales, merece mencionarse porque está dando pasos decisivos para alcanzar la lista de los veinte primeros. Lo cual, constituyó un avance decisivo en esa dirección en noviembre del año señalado, la aprobación de una subvención de 22 millones de euros por parte del Consejo de Ministros, ampliable hasta 60 en el próximo trienio para impulsar la creación de un ecosistema de computación cuántica en España. Este proyecto, denominado “Quantum Spain”, sincroniza con la estrategia trazada en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, con la agenda España Digital 2025 y la Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial, a fin de dar acceso a las empresas y al sector público para desarrollar un computador cuántico de altas prestaciones que se pondrá a disposición de la comunidad investigadora para el desarrollo de la Inteligencia Artificial, fortaleciendo el desarrollo tecnológico e industrial en España y la creación de empleo de alta cualificación. Con arreglo a ello, se destaca que, los perfiles y roles profesionales relacionados con inteligencia artificial cuántica son muy prometedores en los próximos años, tanto para estudios de doctorado e investigación, como para departamentos de empresas inmersas en esta carrera cuántica. En América Latina, merece mencionarse el caso de Facundo Díaz, un argentino quiere liderar inversiones por más de cien millones de dólares en computación cuántica, como informara la edición Forbes Argentina, del 24 de abril de 2024. Es el valor estimado de lo que capturará el emprendimiento en los próximos 5 años en América latina. La unión con la inteligencia artificial puede resultar en escenarios realmente inimaginados. Hoy una computadora cuántica puede tener un valor de 25 millones de dólares.

Como corolario, se persigue crear un universo cuántico competitivo, con implicaciones de medio y largo plazo en tecnologías de hardware Deep Tech, siendo el objetivo principal del proyecto la puesta en marcha de la primera infraestructura de computación cuántica situada en el sur de Europa, que dé acceso a las empresas y al sector público, con especial atención al desarrollo del Quantum Machine Learning.

Conclusiones

La computación cuántica se materializa rápidamente y va transformando profundamente la realidad de quienes la implementan. Como se ha visto en este artículo, es menester el punto de encuentro entre el Derecho y esta tecnología emergente, camino que deberá estar dado por el apuntalamiento normativo y lineamiento general ético en uso de esta tecnología. Su regulación al resguardo de la ética, la protección y respeto de los derechos humanos, como de las libertades individuales que deberán ser los pilares fundamentales a perseguir.

Convencidos que se está en el momento propicio para esta tarea de acompañar y anticipar su implementación total en las diversas áreas de desarrollo, en la que dicha información cuántica es aplicada, se cree que particularmente los Estados, las compañías tecnológicas que desarrollan esta tecnología y la academia, son los actores que deben abocarse a este trabajo concatenado, de establecer los marcos éticos-legales, y también crear consciencia sobre el uso y límites de esta poderosa herramienta.

La irrupción de esta tecnología modificará asimismo el rol de los operadores del derecho, así como de todo el arco que se desempeña en las ciencias jurídicas. Ya no solo deberán limitarse al control, interpretación, salvaguarda y aplicación de las normas y procesos jurídicos, sino que se demandarán nuevos conocimientos, en específico en el área técnica de la programación y ciberseguridad. Tal vez, así como el ejercicio del Derecho se trasladó en algún momento de la oralidad a la escritura, en un futuro cercano

lo haga inevitablemente a códigos de software. En definitiva, el éxito en la regulación jurídica de la computación cuántica estará dado por la velocidad y habilidad en el traspaso del lenguaje jurídico humano hacia la codificación o programación de esta tecnología.

Se considera, que la cuestión de la brecha cuántica podría configurar un escenario de riesgo en cuanto al impacto y alcance de esta tecnología. Los países que tienen acceso y desarrollan esta técnica tienen un sustancioso diferencial de ventajas en relación a aquellos que no. No solo en cuestiones de avance científico, sino en lo relativo a lo económico y de seguridad nacional. Por ello, el compromiso en la educación cuántica es fundamental en este aspecto y creemos que deberá ser llevada a cabo por los actores.

Bibliografía

- » Atik, Jeffery, “Quantum Computing and the Legal Imagination”. *Loyola Law School, Los Angeles Legal Studies Research Paper No. 2022-03*, 2022, 18 *SciTech Lawyer* 12 (2022). Disponible: <https://ssrn.com/abstract=4087044>
- » Atik Jeffery y Jeutner Valentin, “Quantum computing and computational law, Law, Innovation and Technology”. *Taylor and Francis Online* (2021). 13:2, 302-324, DOI:10.1080/17579961.2021.1977216.
- » Filgueiras, Fernando. "Inteligencia Artificial en la administración pública: ambigüedad y elección de sistemas de IA y desafíos de gobernanza digital". *Revista del CLAD Reforma y Democracia*, núm. 79, 2021.
- » Hoofnagle, Chris Jay and Simson Garfinkel. *Law and Policy for the Quantum Age* (6 Enero, 2022). Cambridge University Press. Disponible: <https://ssrn.com/abstract=4007638>
- » Jeutner, Valentin. *The Quantum Imperative: Addressing the Legal Dimension of Quantum Computers* (5 Abril, 2021). (2021) 1 (1) *Morals & Machines* 52-59. Disponible: <https://ssrn.com/abstract=3820003>
- » Kop, Mauritz, Mateo Aboy, Eline De Jong, Urs Gasser, Timo Minssen, I. Glenn Cohen, Mark Brongersma, Teresa Quintel, Lusiano Floridi, Ray Laflamme, “Towards Responsible Quantum Technology”. *Harvard Berkman Klein Center for Internet & Society Research Publication Series #2023-1* (March 17, 2023). <https://ssrn.com/abstract=4393248>
- » Kop, Mauritz and Mark Brongersma. “Integrating Bespoke IP Regimes for Quantum Technology into National Security Policy”. *Social Science Research Network* (8 Agosto, 2021). <https://ssrn.com/abstract=4095763>
- » Kop, Mauritz, “Establishing a Legal-Ethical Framework for Quantum Technology”. *Yale Law School, Yale Journal of Law & Technology (YJoLT)*. (2021). <https://yjolt.org/blog/establishing-legal-ethical-framework-quantum-technology>.
- » Kop, Mauritz. “Quantum Computing and Intellectual Property Law”. *Berkeley Technology Law Journal*, Vol. 35, No. 3 (2021). <https://ssrn.com/abstract=3860456>
- » Perrier, Elija. “The quantum governance stack: Models of governance for quantum information technologies”. *Digital Society*, vol. 1, no 3 (2022): 22.
- » Foro Económico Mundial, Agenda de Davos: “El mundo camina hacia una “brecha cuántica”. (30 enero 2024). <https://es.weforum.org/agenda/2023/01/el-mundo-camina-hacia-una-brecha-cuantica-por-que-es-preocupante/>.
- » Informe Fundación Innovación Bankinter: Quantum Computing e Inteligencia Artificial: la revolución silenciosa. <https://www.fundacionbankinter.org/wp-content/uploads/2023/03/Informe-FTF-Tecnologias-cuanticas-y-IA-marzo23.pdf>