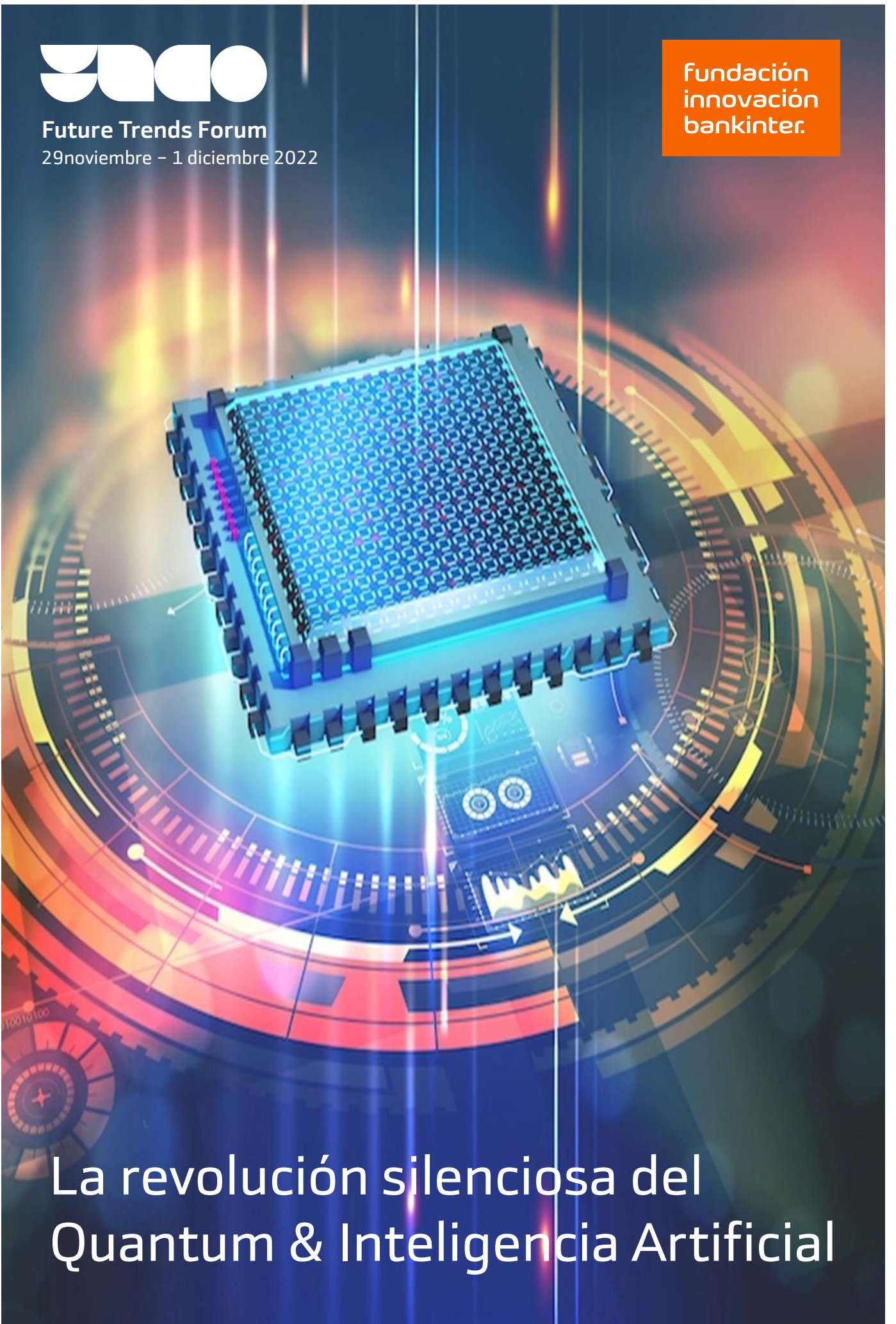




Future Trends Forum

29 noviembre - 1 diciembre 2022

fundación
innovación
bankinter.

The background is a vibrant, abstract illustration. It features a central, glowing blue square chip with a grid of small, dark, interconnected nodes, resembling a quantum circuit or a neural network. This chip is set against a backdrop of concentric, glowing circular rings in shades of orange, yellow, and red. The overall effect is one of high-tech, futuristic energy. The text is overlaid on this background.

La revolución silenciosa del Quantum & Inteligencia Artificial

La revolución silenciosa del Quantum & Inteligencia Artificial

1.- Introducción.....	1
2.- Quantum computing.....	3
2.1.- Disrupciones cuánticas en un mundo real	4
2.2. Modelos de negocio cuánticos	5
3.- Inteligencia Artificial Avanzada.....	6
4.- Impacto de estas tecnologías	7
4.1. Sectores	7
4.2. Ética, Educación y adquisición de talento .	8

La tecnología cuántica y la Inteligencia Artificial (IA) son dos campos que están experimentando una enorme aceleración en su desarrollo. Combinados, tienen el potencial de crear soluciones impensables hoy, influyendo enormemente en una amplia gama de industrias y, en definitiva, en nuestras vidas.

El reciente [Future Trends Forum](#) *The Silent Revolution of Quantum & AI* (celebrado en Madrid el 30 de noviembre) ha reunido a cerca de cuarenta expertos con el objetivo de:

- Determinar el **estado del arte** en estos dos campos y cómo se combinan y potencian.
- Vislumbrar el **futuro** a corto y medio plazo del desarrollo de estas tecnologías.
- Distinguir entre futuros factibles y expectativas exageradas ("*hype*").
- Detectar las nuevas necesidades de **formación** y los **perfiles profesionales** que se van a requerir.
- Debatir sobre las **implicaciones éticas** de las tecnologías cuánticas y la inteligencia artificial, y la necesidad de un **marco regulatorio** que permita combatir desde los sesgos hasta el uso inapropiado.
- Analizar los **retos y oportunidades concretos para Europa y España** en los próximos años.

Cuando hablamos de **tecnología cuántica**, no sólo hablamos de [quantum computing](#), sino también de tecnologías de comunicación, de tecnologías de sensores y de tecnologías criptográficas, que tienen un denominador común: **se basan en el**

comportamiento de la materia y la energía a nivel cuántico, esto es, a nivel atómico y subatómico.

Las tecnologías cuánticas tienen el potencial de ofrecer un rendimiento y capacidad de procesamiento significativamente superior a la tecnología tradicional. Pero no sólo eso. También están abriendo un **nuevo horizonte en la manera de pensar la forma en que se resuelven los problemas** y, por tanto, en la creación de **nuevos enfoques científicos y nuevos algoritmos**. Es lo que el experto [Brian Lenahan](#) denomina una **actitud de inspiración cuántica**, o "*quantum inspired*".

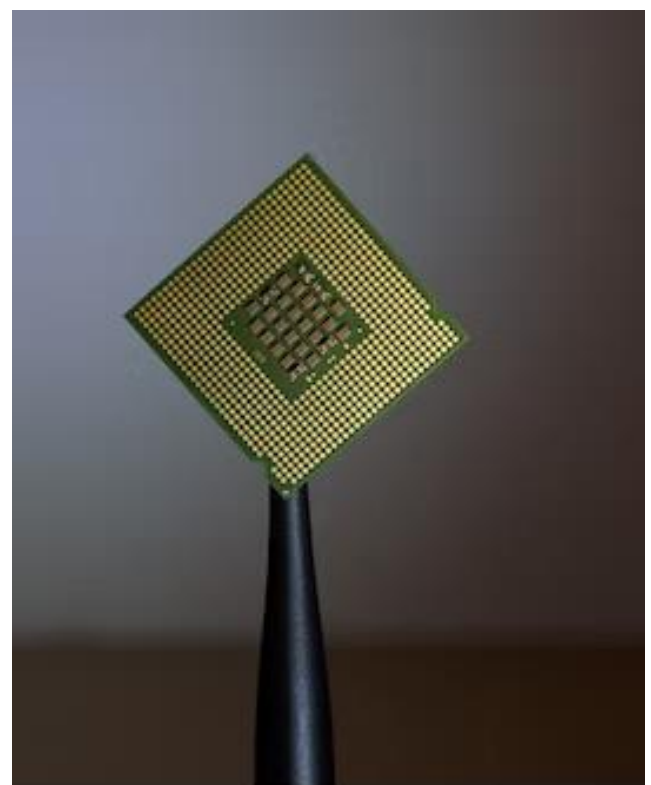
La **Inteligencia Artificial**, especialmente en el campo del [aprendizaje automático](#) y, en concreto, la **Inteligencia Artificial generativa**, lleva un año 2022 con constantes novedades que apuntan a un **cambio de paradigma** en multitud de ámbitos. Desde la enseñanza hasta la programación, pasando por los asistentes personales, la generación de contenidos, las búsquedas en Internet y la atención al cliente. Soluciones como [ChatGPT](#), puesta a disposición del público en fase de pruebas según celebrábamos este Future Trends Forum, pueden cambiar de una manera radical la forma en que nos comunicamos entre nosotros y la forma en que interactuamos con las máquinas. En apenas una semana, ha alcanzado el [millón de usuarios probándolo](#).

La conjunción de las tecnologías cuánticas con la IA supondrá una revolución sin precedentes, potenciándose mutuamente, pero, ¿por qué silenciosa? Decimos "silenciosa" porque hasta el momento, los grandes avances en tecnologías cuánticas, acelerados gracias a la inteligencia artificial, se están produciendo a nivel de laboratorio, siendo aún tecnologías incipientes y experimentales. Estamos en los albores de la revolución cuántica, pero aún de manera

imperceptible para el gran público. Cuando surjan, lo harán **de manera exponencial y, seguramente, sorpresiva para quien no esté al tanto**.

Las primeras innovaciones de esta gran revolución se darán en campos como el **desarrollo algorítmico**, la **aceleración de procesos científicos**, nuevos comportamientos computacionales o nuevas formas de sensores. A medio y largo plazo, estas innovaciones irrumpirán en todos los ámbitos, desde la medicina a la logística, pasando por el diseño de nuevas moléculas y materiales, las finanzas, la educación, el transporte o la exploración del espacio.

Y aunque esta revolución se desarrollara a largo plazo, los expertos del Future Trends Forum coinciden en que es necesario ir tomando medidas para competir en los nuevos escenarios.



El mayor reto de la industria es **entender qué es quantum computing** y cómo puede afectar a todos sus procesos -tanto en positivo como en negativo-, **distinguiendo las promesas**

exageradas de las realidades potenciales con fundamento. Por eso, en el informe sobre este Future Trends Forum que estamos preparando para principios de 2023, profundizaremos en todos y cada uno de los ámbitos que se verán ampliamente influenciados por la revolución de quantum e IA, de manera que podamos estar preparados como sociedad para afrontar los retos y sacar el mejor partido posible a las oportunidades que se presentarán.

Mientras tanto, presentamos a continuación un resumen de los temas clave tratados en el Future Trends Forum *The Silent Revolution of Quantum & AI*, moderado por [Frances Stead Sellers](#):

2.- Quantum computing

El Quantum computing es un desarrollo computacional que se basa en el desarrollo de la tecnología cuántica, que a su vez se basa en el desarrollo de la [física cuántica](#). El Future Trends Forum arrancó con la intervención de [José Ignacio Latorre](#), Director del Centro de Tecnologías Cuánticas de Singapur, CRO (*Chief Researcher Officer*) del Instituto de Innovación Tecnológica de Abu Dabi y referente mundial del desarrollo de esta disciplina.

El Dr Latorre nos ayudó a contextualizar los avances de la física cuántica en los últimos años, avances que han permitido a los científicos desarrollar una serie de tecnologías cuánticas muy prometedoras, como el **teletransporte cuántico**, la **comunicación cuántica segura** y la **computación cuántica**. Sin embargo, todavía hay mucho trabajo por hacer antes de que estas tecnologías estén listas para ser utilizadas a nivel comercial.

La física cuántica define unas nuevas reglas de juego que, resumidas, son:

- a.- Las partículas subatómicas, como los átomos, fotones y electrones, se describen en términos de **ondas de probabilidad**. Estas ondas no tienen una posición o velocidad definidas, sino que representan la probabilidad de encontrar una partícula en una determinada posición o con una determinada velocidad.
- b.- Es imposible medir con precisión la posición y la velocidad de una partícula subatómica al mismo tiempo. Esto se conoce como el [principio de incertidumbre de Heisenberg](#).
- c.- la [superposición cuántica](#) con la que las partículas subatómicas pueden estar en varios estados al mismo tiempo.
- d.- el [entrelazamiento cuántico](#) ya que las partículas subatómicas pueden estar conectadas a través del espacio y el tiempo de una manera que no puede ser explicada por la física clásica.

El elemento de información básico en un sistema cuántico es el [qubit](#), y puede tomar cualquier valor en un continuo de estados cuánticos. A diferencia de los bits, que almacenan información en forma de ceros y unos, los qubits pueden existir en múltiples estados de cero y uno de forma simultánea.

Los qubits son capaz de almacenar muchísimos más estados por unidad de información y operar con algoritmos mucho más eficientes a nivel numérico. Lo que va a permitir desarrollar nuevas aplicaciones científicas en ámbitos como **simulaciones de entornos dinámicos** o nuevos **componentes** físicos o digitales más robustos y seguros.



2.1.- Disrupciones cuánticas en un mundo real

A pesar de que esta en los albores de su desarrollo, ya existen trabajos reales que utilizan la potencialidad de la computación cuántica en entornos reales. [Artur Ekert](#), catedrático de física cuántica en la Universidad de Oxford y director fundador de CQT Singapur, ahonda en la importancia de los descubrimientos científicos y las demostraciones físicas, como base para el progreso de las tecnologías cuánticas.

En nuestra publicación trataremos en profundidad el alcance e impacto de algunas de estas innovaciones como:

- Computación cuántica basada en fotones para **representar y manipular la información para hacer más eficiente** ciertas tareas como, por ejemplo, las telecomunicaciones. En esto trabaja el consorcio [PhotonQ](#), del que nuestra experta [Stefanie Barz](#) [Catedrática de la Universidad de Stuttgart y Directora del Centro de Ciencia y Tecnología Cuánticas Integradas ([IQST](#))] es la coordinadora científica principal.
- **Acelerar el proceso científico** gracias a la combinación entre quantum computing, la inteligencia artificial y el cloud computing.

Según la hoja de ruta de IBM, de aquí a 5 años, podríamos tener computadoras cuánticas de 40.000 qubits, con coherencia y un número de errores asumible. Estas computadoras cuánticas harán tareas específicas para las que funcionan muy bien y se combinarán, gracias a los recursos de cloud computing, con los superordenadores tradicionales, que son muy eficaces para otras cosas. En ese momento, nos dice [Alessandro Curioni](#), Vicepresidente para Europa y África de IBM y Director del IBM Research Zurich, se podrán enfrentar los grandes problemas de la humanidad de una manera muchísimo más acertada.

- Una actualización de **criptografía**, los algoritmos cuánticos permitirán una nueva generación de criptografía que permite tratar, codificar y proteger la información con un nuevo concepto de seguridad, en esto se centra el trabajo de [Artur Ekert](#).
- **Dispositivos cuánticos**, esta nueva tecnología permite el desarrollo de nuevos **sensores cuánticos**, aplicados al sector de la Defensa y la navegación. Como el radar cuántico: método de detección a distancia basado en el entrelazamiento cuántico, o nuevos dispositivos capaces de medir campos magnéticos del ser humano y que están empezando a utilizarse para la detección temprana de tumores.

El mayor reto que apuntan estos expertos es pasar de los entornos experimentales y de demostración a entornos reales, con soluciones escalables y robustas. Y, en paralelo, trabajar en el ámbito normativo y regulatorio para que las soluciones cuánticas no aumenten las desigualdades ni sean utilizadas con falta de ética.

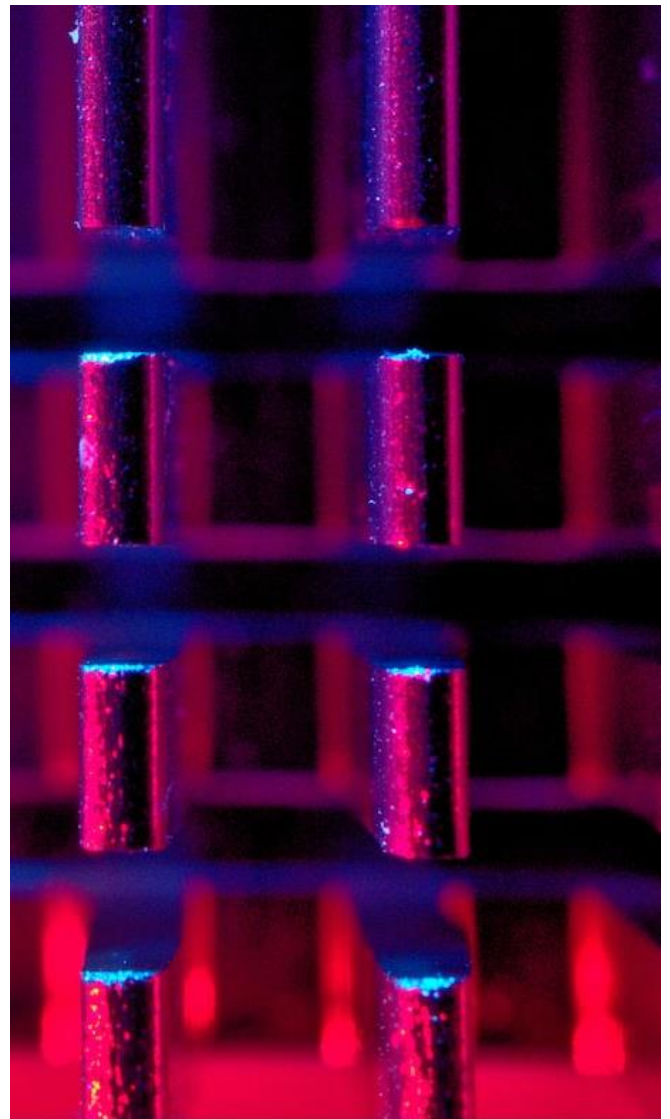
2.2. Modelos de negocio cuánticos

El desarrollo cuántico está creando oportunidades de negocio tanto para startups como para el desarrollo corporativo.

En el foro se presentaron diversas oportunidades como:

- Desarrollo y construcción de **ordenadores cuánticos**, en lo que trabaja [Víctor Canivell](#), cofundador de [Qilimanjaro Quantum Tech](#) cuyo origen es el académico, produciendo un transferencia de conocimiento desde la parte científica a la parte de negocio.
- desarrollo de **software cuántico**, en lo que trabaja [Esperanza Cuenca](#) en [Multiverse Computing](#), que desarrolla software cuántico, con especialización en soluciones verticales, como Finanzas, Energía, Movilidad, Salud, Defensa o Aeroespacial. O [Carlos Abellán](#), cofundador y CEO de [Quside](#), que ha desarrollado un Generador de Números Aleatorios Cuánticos (QRNG) utilizado en criptografía y otros campos donde se necesitan números aleatorios de alta calidad y manera confiable, como la investigación científica, las simulaciones o los juegos.
- Soluciones de **criptografía post cuántica** (PQC), como las que desarrolla [Marc Manzano](#), director de Seguridad Cuántica en [SandboxAQ](#).
- el desarrollo de **telecomunicaciones** basadas en tecnología cuántica. [Carmen Reina](#), Directora de Cultura de Datos en Orange, habló en el Future Trends Forum sobre las posibilidades de las tecnologías cuánticas para el desarrollo de las telecomunicaciones.

Nuestros expertos destacaron la importancia de que, para que estas disrupciones se hagan realidad, es necesario crear **ecosistemas verticales de quantum computing**, formados por todos los agentes involucrados en su desarrollo - Grandes compañías, Gobiernos y Administraciones Públicas, Startups, Mundo académico (I+D) e Inversores privados- que colaboren y se detengan en problemas comunes a cada tipo de industria: finanzas, manufacturera, logística, etc.



3.- Inteligencia Artificial Avanzada

Como apuntábamos al principio, el artífice de la revolución silenciosa que da título al foro es la combinación de las tecnologías cuánticas y la inteligencia artificial.

¿Qué es lo más avanzado en inteligencia artificial?
¿Hacia qué tipos de soluciones de IA vamos?
¿Cómo se combina con las tecnologías cuánticas?
[Calum Chace](#), experto mundial sobre inteligencia artificial y su impacto en todos nosotros, ofreció en el Future Trends Forum una panorámica general sobre el tema, destacando los hitos del desarrollo de la IA:

- tras la irrupción del **aprendizaje automático** hace ya una década, el siguiente hito ha sido el de los [modelos de transformadores](#): un tipo de arquitectura de red neuronal introducida en 2017 por investigadores de Google. Se utilizan para diversas tareas de procesamiento del lenguaje natural, como la traducción de idiomas y el resumen de textos.
- la **IA generativa**, que se refiere, como apuntábamos al principio de este documento, a **los sistemas de inteligencia artificial que pueden generar nuevos contenidos**. Esto puede incluir la generación de texto, imágenes, código o incluso música. La evolución de este tipo de sistemas es imparable. A modo de ejemplo, el generador de texto [GPT-3 de OpenAI](#) cuenta con 175 mil millones de parámetros y su sucesor, GPT-4, multiplicará esta cifra por más de 500, hasta los 100 billones de parámetros. [Iryna Gurevych](#), Profesora de la Universidad Técnica de Darmstadt y creadora y directora del Laboratorio de Procesamiento Ubicuo del Conocimiento ([UKP Lab](#)) expone que la IA

cuántica podría aliviar sustancialmente los mayores retos a los que se enfrenta la IA generativa: el elevado coste de creación de los modelos y la gran necesidad de capacidad de cómputo.

- Las **interacciones entre el cerebro y la IA**, ámbito en el que [Javier Mínguez](#), Cofundador y Director Científico de [Bitbrain](#), desarrolla **interfaces cerebro-computador** (BCI - *Brain-Computer Interface*), es decir, sistemas que establecen una comunicación directa entre el cerebro y un ordenador. La actividad eléctrica, producida cuando las neuronas se disparan para comunicarse entre sí, se procesa y decodifica hacia un dispositivo electrónico para llevar a cabo una acción deseada. Estas acciones cubren desde **rehabilitación de funciones perdidas** hasta el **aumento de nuestras capacidades** o el **control domótico**. La combinación de la IA y los sensores cuánticos supondrán **un punto de inflexión en la creación de BCIs**, que acelerará las innovaciones de manera exponencial.



4.- Impacto de estas tecnologías

La combinación de quantum computing e IA llevará a tener potencias de cálculo 100 veces mayores que las actuales en 10 años y 10.000 veces mayores en 20 años, contradiciendo a aquellos que defienden que la [ley de Moore](#) está muerta. Al contrario, **el crecimiento será exponencial en lugar de lineal**. En 10 años, será habitual el uso de "*smart glasses*" que sustituirán a los "*smart phones*" y tendrán capacidades de realidad aumentada y serán asistentes personales capaces de resolver un gran número de peticiones. También se generalizará el uso de [vehículos autónomos](#) y de [robots](#) de propósito general y se producirán **avances espectaculares en la atención y la asistencia sanitaria**, con el descubrimiento de nuevos y nuevas formas de entender e interactuar con el cuerpo humano y, en particular, con el cerebro. Sin olvidar el desarrollo del [Metaverso](#) que, junto con la realidad virtual y aumentada, traerá **nuevos modelos sociales, económicos y financieros**.

4.1. Sectores

Una vez examinado el estado del arte de las tecnologías cuánticas y de la IA, los retos a resolver y hacia dónde avanzan, el Future Trends Forum se focalizó en localizar los sectores clave desde los que pueden surgir las aplicaciones de mayor impacto, destacando:

- **Industria:** [Thierry Botter](#), Director Ejecutivo del [Consorcio Europeo de la Industria Cuántica \(QuIC\)](#) y socio inversor en [Quantonation](#), el primer fondo europeo de capital riesgo dedicado a las tecnologías cuánticas, apunta que los sectores donde se detectan las soluciones más prometedoras son, además de los mencionados, el Transporte y Automóvil.
- **Finanzas:** [Sergio Gago](#), Director de Quantum Computing en Moody's, afirma que las entidades más punteras apuestan por quantum computing para resolver problemas de simulación, aprendizaje automático y optimización, para crear nuevos **modelos financieros de calificación crediticia, riesgo, optimización de carteras, análisis de créditos, detección de fraude**. Además, y de manera horizontal, trabajan en **comunicaciones seguras con criptografía cuántica**.
- **Telecomunicaciones:** [Antonio Abad](#), Director Técnico de [HISPASAT](#), avanzó los progresos en la **distribución de claves cuánticas (QKD – Quantum Key Distribution)**, en colaboración con el [Centro Criptográfico Nacional](#). En este sentido, Hispasat ha registrado una patente para conectar dos ordenadores cuánticos utilizando un satélite geoestacionario, mediante fotones entrelazados.
- **Sostenibilidad y riesgo climático:** [Carlos Kuchkovsky](#), cofundador y CEO de [QCentroid](#), defendió que las nuevas soluciones tecnológicas cuánticas deberán tener un propósito de triple sostenibilidad: social, económica y medioambiental.
- **Farmacéutico y biotecnológico:** [Gopal Karemore](#), Director de una multinacional farmacéutica danesa, defiende las oportunidades que brinda quantum computing junto con la IA para **entender mejor la naturaleza de las enfermedades** y para la **identificación de nuevos medicamentos**, mediante el diseño y la selección de [nuevas moléculas](#), optimizando sus propiedades

Para este desarrollo comercial hay que tener en cuenta el reparto geopolítico del desarrollo de la tecnología cuántica y la IA. Según una encuesta realizada entre los expertos reunidos en el foro, **China es el país que más probabilidades tiene de liderar la revolución de las tecnologías cuánticas**, seguido muy de cerca por Estados Unidos. Y donde Europa debe resolver varios retos como la falta de alineación entre la estrategia europea y las distintas estrategias de los países, la falta de una potente herramienta de transferencia tecnológica entre los científicos y el negocio y la falta de músculo inversor. Es interesante constatar que algunos expertos señalan que **España tiene una ventana de oportunidad para liderar algunas tecnologías cuánticas**.

[Ignacio Cirac](#), Director del Instituto Max Planck de Óptica Cuántica y miembro científico de la Sociedad Max Planck, expuso durante el foro su visión sobre el pasado, el presente y el futuro de quantum computing, advirtiendo que hay demasiadas esperanzas puestas ("*Hype*") en que la combinación de las tecnologías cuánticas y la IA resuelvan de golpe los grandes problemas que afectan a la humanidad, como el cambio climático o las enfermedades hasta ahora incurables. Dicho esto, sí que son de gran ayuda para resolver problemas específicos y, quizás, a largo plazo, enfrentar problemas de mayor calado. Concretamente, en todo lo relacionado con **criptografía** y en la resolución de **problemas científicos de Física y Química**, que podrían tener implicaciones muy positivas en la industria, así como la creación de **nuevos algoritmos** que pueden funcionar en computadores clásicos de manera óptima.

Para que la computación cuántica sea realmente útil de manera general, este experto considera que aún faltan 10 años. El problema fundamental, dice Cirac, es el número de errores, que deben reducirse varios órdenes de magnitud. Desde el

estado del arte actual, este científico se muestra optimista y piensa que **surgirán aplicaciones que nadie está contemplado**.

4.2. Ética, Educación y adquisición de talento

Por último, durante el Future Trends Forum se debatió en diversas ocasiones sobre las consideraciones éticas del desarrollo de la computación cuántica. La alta capacidad de procesamiento de datos a velocidades extremadamente altas, podrían utilizarse para **descifrar información encriptada** o para desarrollar nuevas y más potentes **armas cibernéticas**. Esto podría tener graves implicaciones para la **seguridad nacional** y la **privacidad personal**. Por lo que es de vital importancia la ciberseguridad.

También se debatió sobre la posibilidad de que la computación cuántica pueda crear nuevas formas de **desigualdad**. Los ordenadores cuánticos son muy caros y requieren conocimientos especializados para funcionar, lo que significa que actualmente sólo son accesibles a un pequeño número de investigadores e instituciones. Esto podría llevar a una situación en la que sólo unos pocos tengan acceso a esta potente tecnología. En general, la ética de la computación cuántica es un campo complejo y en rápida evolución que seguirá siendo un importante tema de debate a medida que la tecnología siga avanzando. Así es como piensa [Theodore Lechterman](#), Profesor de Filosofía en la IE University.

Pero, además, este avance tecnológico supone un reto global que necesita la creación de nuevos perfiles, tanto científicos como de negocio, que entiendan las implicaciones de estas tecnologías. [Araceli Venegas-Gómez](#), fundadora y Directora General de [Qureca](#) y [Ángel Cabrera](#), Presidente del

Georgia Institute of Technology y patrono de la Fundación Innovación Bankinter, hablaron sobre **educación y atracción y retención del talento**, exponiendo los planes que se están ejecutando y las estrategias que deberían ponerse en marcha para tener una **fuerza laboral formada en el ámbito de las tecnologías cuánticas y la IA**.

Ante la revolución de quantum computing + IA, van a ser necesarios perfiles puramente científicos y perfiles de negocio que entiendan las implicaciones de estas tecnologías. A día de hoy existe poca formación específica y nuestros expertos coinciden en que son materias que deben introducirse en los programas formativos desde la infancia, para ampliar **la reserva de talento**.

En la reunión del Future Trends Forum se realizó un ejercicio de prospección del desarrollo de esta revolución en los próximos años que será desarrollado en el informe que publicaremos a principios de 2023. Mientras lo desarrollamos, te invitamos a mantenerte informado sobre esta tendencia de [Quantum computing](#) de nuestra web.

"En las tecnologías cuánticas queda mucho por hacer y mucho por descubrir. Surgirán aplicaciones y soluciones inesperadas, que nadie está contemplando hoy."

Juan Ignacio Cirac