

# Agenda de investigación sobre IA para el sector de las telecomunicaciones



GSMA



## **Autores:**

- Dr. Richard Benjamins. Chief Responsible AI Officer, Telefónica.
- Mojca Cargo. Director, AI4I, GSMA.
- Gökçe Çobansoy Hızal, Data Privacy. Competition and New Technology Law Associate Director, Turkcell.
- Lisa Green. Customer and Data Intelligence Group Owner, Telstra.
- Emilie Hien. Responsible AI Program Manager, Orange.
- Dr. Raffaele de Peppe. Strategy Officer, Telecom Italia Mobile.
- Ahmed Saady Yaamin. Head of Axiata Group Analytics, Axiata.
- Xhoana Shehu. Policy Manager, European Telecommunications Network Operators' Association (ETNO).

*El taller que ha dado lugar a este informe ha contado con el apoyo del proyecto **HumanE AI Net**, financiado por la Comisión Europea con arreglo al Acuerdo de Subvención Número: 952026.*

# Índice

<b>1. Introducción .....</b>	<b>5</b>
1.1 El origen de este programa de investigación .....	5
1.2 El impacto positivo de la Inteligencia Artificial (IA) .....	6
<b>2. El panorama normativo .....</b>	<b>7</b>
2.1 La ley de IA ( <i>AI Act</i> ) .....	7
2.2 Directiva sobre responsabilidad ( <i>liability</i> ) en materia de IA .....	9
2.3 Ley de Datos ( <i>Data Act</i> ) .....	10
<b>3. Usos actuales de la IA en el sector de las telecomunicaciones .....</b>	<b>10</b>
3.1 Casos de uso relacionados con la red .....	11
3.1.1 Planificación y optimización de redes .....	12
3.1.2 Mantenimiento predictivo y proactivo de la red .....	12
3.1.3 Optimización energética de la red de telecomunicaciones .....	13
3.1.4 Aumentar la seguridad de la red y reducir el fraude .....	13
3.2 Casos de uso relacionados con el marketing y los clientes .....	13
3.2.1 Siguiendo Mejor Acción (NBA) .....	13
3.2.2 Predicción de bajas .....	14
3.2.3 Precios Inteligentes .....	14
3.2.4 Puntuación crediticia .....	14
3.2.5 Recomendación de dispositivos .....	14
3.2.6 Recomendación de productos y servicios .....	15
3.2.7 Asistente digital para atención al cliente 365/24 ( <i>Chatbots</i> ) .....	15
3.3 Monetización externa .....	15
<b>4. Agenda de investigación sobre IA, sector de las telecomunicaciones .....</b>	<b>17</b>
4.1 Fundamentos de los datos .....	18
4.1.1 Fundamentos .....	18
4.1.2 Privacidad .....	19
4.1.3 Anonimización de datos .....	20
4.1.4 Datos sintéticos .....	21
4.2 Escalar el uso de la IA .....	22
4.2.1 Estandarización de los casos de uso más comunes de las telecomunicaciones .....	22
4.2.2 Industrialización de las IA con MLOps .....	22
4.3 IA aplicada a la red .....	23
4.3.1 Núcleo 5G ( <i>core</i> ) y RAN .....	23
4.3.2 Optimización de la red casi en tiempo real .....	24
4.3.3 Automatización de redes .....	24
4.3.4 Detección de anomalías .....	25
4.3.5 IA explicable en la detección de anomalías .....	26
4.3.6 De la correlación a la causalidad .....	26
4.3.6.1 Escalabilidad de modelos causales complejos .....	27
4.3.6.2 Recogida de datos .....	27
4.3.6.3 Identificación de variables de confusión en modelos .....	27
4.3.7 Gemelos digitales .....	27

4.3.8	Red como servicio (NaaS).....	28
4.4	Operaciones y marketing .....	29
4.4.1	IA en tiempo real 30 .....	
4.4.2	Combinación de optimización y aprendizaje automático .....	30
4.5	Interacción con el cliente ( <i>chatbots</i> y asistentes virtuales).....	31
4.5.1	Proactividad en la interacción .....	31
4.5.2	PLN e IA conversacional .....	32
4.5.2.1	De “respuestas a preguntas” al diálogo coherente .....	32
4.5.2.2	Chatbots multilingües .....	32
4.6	Negocio responsable.....	33
4.6.1	Ética de la IA.....	33
4.6.1.1	Proporcionar una cualificación homogénea del riesgo .....	35
4.6.1.2	Cómo incluir proveedores externos .....	35
4.6.1.3	Herramientas para una IA ética .....	35
4.6.1.3.1	Herramientas de privacidad.....	35
4.6.1.3.2	Herramientas de sesgo .....	36
4.6.1.3.3	Herramientas de explicabilidad .....	38
4.6.1.3.4	Herramientas conformes a la normativa.....	39
4.6.1.4	Ética del metaverso e impacto social.....	39
4.6.2	Hacia una IA sostenible.....	39
4.6.2.1	IA verde y computación ecológica .....	40
4.6.2.2	IA para la sostenibilidad .....	40
4.7	Intercambio de datos B2B/B2G y economía de datos.....	41
4.7.1	Estandarización e interoperabilidad de conjuntos de datos.....	42
4.7.2	Confianza y soberanía.....	42
4.7.3	Privacidad de los datos personales.....	43
4.7.3.1	Intercambio federado de datos .....	43
4.7.3.2	Aprendizaje automático federado .....	43
4.7.4	Uso ético.....	43
4.8	Otros temas de investigación.....	43
4.8.1	IA como servicio .....	43
4.8.2	Metaverso .....	44
4.8.3	Computadora cuántica .....	45
<b>5.</b>	<b>Reconocimientos .....</b>	<b>46</b>
<b>6.</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>47</b>

# 1. Introducción

En colaboración con el [Proyecto Humane AI Net<sup>1</sup>](#), el Centro Alemán de Investigación en Inteligencia Artificial (DFKI), Telefónica, GSMA, la Asociación Europea de Operadores de Redes de Telecomunicaciones (ETNO) y el Instituto Alemán para el Emprendimiento organizaron un taller industrial a puerta cerrada que tuvo lugar el 29 de noviembre de 2022 en Múnich, Alemania, para debatir sobre áreas de investigación prometedoras en inteligencia artificial (IA) para el sector de las telecomunicaciones.



## 1.1 El origen de este programa de investigación

Este taller, al que solo se podía asistir por invitación, brindó una oportunidad única de generar una agenda de investigación sobre la IA para la industria de las telecomunicaciones basada en las aportaciones de los principales actores del propio sector. El documento que está leyendo es el producto final publicado bajo licencia *Creative Commons By license* 

El objetivo del taller era definir la agenda de investigación de la industria de las telecomunicaciones en materia de IA. Participaron más de 10 operadores de redes móviles (MNO) de Europa y el resto del mundo (Australia, Oriente Medio), incluyendo Axiata, O2 Alemania, Orange, STC, Telefónica, Telenor, Telia, Telstra, TIM, Turkcell y Vodafone, que se reunieron durante dos días para debatir qué se necesita de la IA en el futuro. La lista completa de participantes figura en [Anexo 2: Participantes en el taller.](#)

Durante el taller, el proyecto Humane AI Net explicó las principales tendencias de la investigación en IA. A continuación, varias empresas compartieron cómo utilizan

---

<sup>1</sup> <https://www.humane-ai.eu/>

actualmente la IA en sus operaciones y prácticas empresariales. Por último, las respectivas empresas explicaron qué capacidades de IA les interesarían para el futuro.

Esta última parte ha sido la base de la agenda de investigación sobre IA del sector de las telecomunicaciones. El orden del día detallado del taller puede consultarse en [Anexo 1: Programa del taller](#).

## 1.2 El impacto positivo de la Inteligencia Artificial (IA)

La IA puede definirse como la capacidad de una máquina u ordenador para emular las capacidades humanas mediante el aprendizaje y la automatización. Los sistemas de IA optimizan continuamente los algoritmos que utilizan para alcanzar un objetivo concreto mediante un proceso conocido como aprendizaje automático (ML, por sus siglas en inglés).

En la última década, muchos sistemas de IA han progresado hasta el punto que pueden utilizarse para transcribir o traducir textos con precisión, escribir códigos, reconocer una amplia gama de imágenes, anticipar cuándo se averiará una máquina y optimizar complejos sistemas y procesos industriales.

Al mismo tiempo, la gran expansión de la conectividad con el despliegue del 5G y el Internet de las Cosas (IoT) está permitiendo a organizaciones y particulares recopilar más datos del mundo real en tiempo real. Estos datos pueden utilizarse para seguir mejorando los sistemas de IA de modo que sean cada vez más sofisticados y capaces. En efecto, estas tecnologías pueden crear un poderoso círculo virtuoso capaz de generar inmensos beneficios socioeconómicos.

El Parlamento Europeo ha señalado<sup>2</sup> que «la IA puede aumentar la eficacia con la que se hacen las cosas y mejorar enormemente el proceso de toma de decisiones mediante el análisis de grandes cantidades de datos. También puede dar lugar a la creación de nuevos productos y servicios, mercados e industrias, impulsando así la demanda de los consumidores y generando nuevas fuentes de ingresos».

La consultora PWC ha estimado<sup>3</sup> que la IA podría añadir un 14 % al PIB mundial, el equivalente de hasta 15,7 billones de dólares en 2030. Dice que el impacto económico de la IA se verá impulsado por el aumento de la productividad de las empresas que automatizan procesos y aumentan su mano de obra con tecnologías de IA, así como por el incremento de la demanda de los consumidores gracias a la disponibilidad de productos y servicios más personalizados y de mayor calidad.

---

<sup>2</sup> [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/637967/EPRS\\_BRI\(2019\)637967\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/637967/EPRS_BRI(2019)637967_EN.pdf)

<sup>3</sup> <https://www.pwc.co.uk/economic-services/assets/macroeconomic-impact-of-ai-technical-report-feb-18.pdf>

## 2. El panorama normativo

### 2.1 La ley de IA (AI Act)

La Ley de IA<sup>4</sup> es una propuesta de ley europea sobre IA, la primera ley sobre IA de un regulador importante en cualquier lugar. La ley asigna las aplicaciones de la IA a cuatro categorías de riesgo. En primer lugar, se prohíben las aplicaciones y los sistemas que crean un **riesgo inaceptable**, como el escrutinio social de los ciudadanos por parte del gobierno o la manipulación deliberada para crear daño. En segundo lugar, **las aplicaciones de alto riesgo**, como una herramienta de escaneo de CV que clasifica a los solicitantes de empleo y da lugar a contrataciones, están sujetas a requisitos legales específicos. En tercer lugar, las aplicaciones con **riesgo limitado**, como la creación de deepfakes, conllevan una obligación de transparencia. Por último, las aplicaciones de **bajo riesgo** quedan en gran medida sin regular, aunque con una recomendación de autorregulación.

#### CLASIFICACIÓN DE RIESGOS



Figura 1 El enfoque basado en el riesgo propuesto en la Ley europea de IA.

Durante el proceso de creación de la Ley de IA, varios temas fueron muy debatidos, entre ellos la definición de IA, la definición de alto riesgo y la IA de propósito general. En el momento de escribir estas líneas había múltiples conversaciones en curso:

**Definición de IA.** La definición original de la Ley de IA tenía un fuerte componente tecnológico que enumeraba tecnologías específicas. Tras varias versiones, la definición no definitiva de IA del Parlamento Europeo en abril de 2023 fue: un sistema basado en máquinas diseñado para funcionar con distintos niveles de autonomía y que

<sup>4</sup> <https://artificialintelligenceact.eu/the-act/>

puede, con objetivos explícitos o implícitos, generar resultados como predicciones, recomendaciones o decisiones que influyen en entornos físicos o virtuales, lo que coincide con la definición de IA de la OCDE<sup>5</sup>.

- **Definición de alto riesgo.** En abril de 2023, la versión no definitiva del Parlamento Europeo de la definición de alto riesgo en la Ley de IA es: «Con independencia de que un sistema de IA se comercialice o se ponga en servicio independientemente de los productos contemplados en las letras (a) y (b), dicho sistema de IA se considerará de alto riesgo cuando se cumplan las dos condiciones siguientes:
  - A. *el sistema de IA está destinado a utilizarse como componente de seguridad de un producto o sistema, o el sistema de IA es en sí mismo un producto, cubierto por la legislación de armonización de la Unión enumerada en el anexo II de la Ley de IA;*
  - B. *el producto cuyo componente de seguridad con arreglo a la letra (a) es el sistema de IA, o el propio sistema de IA como producto, debe someterse a una evaluación de la conformidad por terceros en relación con los riesgos para la salud, la seguridad o los derechos fundamentales de las personas físicas (AM 1421, 1431) con vistas a la introducción en el mercado o puesta en servicio de dicho producto con arreglo a la legislación de armonización de la Unión enumerada en el Anexo II».*

*«Además de los sistemas de IA de alto riesgo a que se refiere el párrafo 1, los sistemas de IA incluidos en una o más de las áreas críticas y casos de uso a que se refiere el Anexo III de la Ley de IA se considerarán de alto riesgo si plantean un riesgo significativo de daño para la salud, la seguridad o los derechos fundamentales de las personas físicas».*

- **IA de propósito general (GPAI):** durante los debates de la Ley de IA, los sistemas de IA generativa como ChatGPT, Dall-e y Stable Diffusion suscitaron un gran debate como posibles sistemas de alto riesgo. Esto llevó al Parlamento Europeo a incluir la IA de propósito general como una categoría separada de sistemas de IA en la Ley de IA, proponiendo obligaciones específicas para tales sistemas. El debate se centra en quién debe asumir las obligaciones, teniendo en cuenta que las responsabilidades deben recaer en los actores de la cadena de valor que estén mejor posicionados para mitigar los riesgos de la GPAI. La definición propuesta en abril de 2023 para la IA de propósito general: «(1a) (nueva) *significa un sistema de IA que se entrena con datos amplios a escala,*

---

<sup>5</sup> <https://oecd.ai/en/ai-principles>

*está diseñado para la generalidad de los resultados y puede adaptarse a una amplia gama de tareas».*

## **2.2 Directiva sobre responsabilidad (*liability*) en materia de IA**

La Directiva sobre responsabilidad en materia de IA complementa el marco de responsabilidad civil de la UE, introduciendo normas específicas sobre daños y perjuicios causados por sistemas de IA.

Las nuevas normas garantizan que las víctimas de daños causados por la tecnología de IA puedan recurrir, del mismo modo que si hubieran sido perjudicadas en cualquier otra circunstancia. La Directiva introduce dos medidas principales<sup>6</sup>:

- la «presunción de causalidad», que eximirá a las víctimas de tener que explicar detalladamente cómo se produjo el daño por una determinada falta u omisión. *«Si las víctimas pueden demostrar que alguien tuvo la culpa de no cumplir una determinada obligación relevante para el daño, y que es razonablemente probable que exista un nexo causal con la actuación de la IA, el tribunal puede presumir que ese incumplimiento causó el daño. Por otro lado, la persona supuestamente responsable puede refutar dicha presunción (por ejemplo, probando que una causa diferente causó el daño)».*
- y el acceso a las pruebas pertinentes de empresas o proveedores, cuando se trate de IA de alto riesgo. *«Las víctimas podrán pedir al tribunal que ordene la divulgación de información sobre sistemas de IA de alto riesgo. Esto permitirá a las víctimas identificar a la persona que podría ser considerada responsable y averiguar qué falló. Por otro lado, la divulgación estará sujeta a las salvaguardias adecuadas para proteger información sensible, como secretos comerciales».*

---

<sup>6</sup> [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/QANDA\\_22\\_5793](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/QANDA_22_5793)

### 2.3 Ley de Datos (*Data Act*)

La propuesta europea para el reglamento sobre la Ley de Datos (*Data Act*) es una iniciativa legislativa destinada a fomentar la economía de datos de la Unión Europea, abordando los retos relacionados con el acceso, uso e intercambio de datos en el mercado único. La propuesta se basa en normativas existentes, como el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) y la Directiva de Datos Abiertos, para crear un marco armonizado de gobernanza de datos en todos los Estados miembros de la UE. Entre los principales objetivos de la Ley de Datos figuran promover el intercambio de datos entre empresas y organizaciones del sector público, mejorar la portabilidad de los datos de las personas y garantizar una competencia leal en la economía de los datos, especialmente para las pequeñas y medianas empresas (PYME). En conjunto, el reglamento para la Ley de Datos europea aspira a impulsar la innovación, impulsar el crecimiento económico y proteger los derechos en la era de la transformación digital.

Algunos de los puntos clave son la puesta en común de datos entre empresas y entre empresas y administraciones públicas relevantes para este programa de investigación.



## 3. Usos actuales de la IA en el sector de las telecomunicaciones

Con el despliegue del 5G y el Internet de las Cosas (IoT), cada vez se conectan más sensores, dispositivos, maquinaria y vehículos, lo que permite a las redes celulares captar una gama muy amplia de datos. Al mismo tiempo, los sistemas de IA son cada vez más sofisticados y capaces. Juntas, estas tecnologías pueden crear un poderoso

círculo virtuoso capaz de mejorar las operaciones empresariales y generar inmensos beneficios socioeconómicos.

La IA puede ayudar a las organizaciones a mejorar la predicción, optimizar las operaciones, asignar recursos de forma más eficiente y personalizar las soluciones digitales, por citar solo algunos ejemplos.

El sector de las telecomunicaciones no es diferente. La IA está en el centro de los modelos operativos y empresariales de un número cada vez mayor de operadores de redes móviles (MNO, por sus siglas en inglés). Está permitiendo a los MNO mejorar tanto la conectividad como la experiencia de sus clientes. Al utilizar la IA para optimizar y automatizar redes, los MNO pueden ofrecer mejores servicios y permitir que más personas se conecten.

[En el capítulo 3](#), ofrecemos una visión general de los casos de uso de la IA que los participantes en el taller están utilizando en sus respectivas empresas.



### 3.1 Casos de uso relacionados con la red

La IA puede utilizarse para mejorar la red móvil de varias maneras.

La **planificación de red** implica prever el tráfico de la red y, a continuación, generar las inversiones adecuadas en los lugares adecuados para anticiparse al aumento del tráfico. Se trata de funciones inteligentes que recomiendan actualizaciones del despliegue para mejorar la experiencia del cliente y/u otras métricas seleccionadas. Algunos MNO utilizan el ML para encontrar las mejores configuraciones de los parámetros de la célula con el fin de mejorar la calidad de la red móvil sin necesidad de instalar nuevo hardware o para predecir el número de usuarios conectados a una célula y actuar así sobre la planificación de la red.

Del mismo modo, la **optimización de redes** utiliza algoritmos de IA para analizar los datos de red e identificar cuellos de botella, congestiones y otros problemas que pueden

afectar al rendimiento de la red. Esta información puede utilizarse para optimizar la configuración de la red y la asignación de recursos para mejorar la eficacia, la cobertura y la capacidad.

La IA también puede utilizarse para predecir los picos de tráfico en la red analizando los datos históricos de tráfico, identificando patrones y haciendo predicciones sobre los niveles de tráfico futuros. Las técnicas de IA relevantes incluyen análisis de series temporales, ML, aprendizaje profundo y análisis predictivo.

### 3.1.1 Planificación y optimización de redes

La **supervisión de la red** implica la detección y el seguimiento de problemas en la red que afectan a su funcionamiento y permiten realizar un análisis de la causa raíz y subsanarla. La IA puede ayudar a los supervisores humanos a detectar el patrón de los problemas con mayor rapidez y facilidad.

La **gestión del tráfico** utiliza la IA para analizar los patrones de tráfico de la red y ajustar dinámicamente los recursos de red para garantizar que se prioriza el tráfico más crítico y se evita la congestión de la red.

### 3.1.2 Mantenimiento predictivo y proactivo de la red («aseguramiento de red»)

Los centros de operaciones de red manejan enormes volúmenes de datos. Junto con la enorme cantidad de alarmas generadas por la red que hay que examinar, la capacidad de realizar análisis en tiempo real es uno de los retos importantes. Un módulo de priorización basado en datos o algoritmos predictivos permite priorizar las alarmas de red y automatizar el proceso de creación y envío de incidencias. Algunos ejemplos concretos son:

- Mantenimiento predictivo: La IA puede utilizarse para analizar los datos de los equipos de red y predecir cuándo es necesario realizar tareas de mantenimiento o reparaciones, lo que puede ayudar a reducir el tiempo de inactividad y mejorar la disponibilidad de la red.
- Los eventos anómalos pueden detectarse automáticamente en la red mediante ML, tras lo cual los MNO pueden decidir qué medidas adoptar.
- Los fallos en el proceso de prestación de servicios repercuten directamente en los usuarios finales. Los algoritmos predictivos pueden utilizarse para detectar posibles fallos con antelación para intervenir a tiempo y evitar fallos en el proceso de prestación de servicios.
- Apoyo al mantenimiento predictivo: La IA puede detectar patrones que indiquen que un componente de la red se acerca al final de su vida útil, lo que permite sustituirlo antes de que falle.

- Redes autorreparadoras: La IA puede utilizarse para detectar y diagnosticar automáticamente los problemas de la red y realizar ajustes en tiempo real para evitar o mitigar los fallos de la red.

### 3.1.3 Optimización energética de la red de telecomunicaciones

La optimización energética puede lograrse mediante una gestión energética basada en datos y una herramienta de optimización con funciones de exploración de datos; en concreto, los sistemas de IA pueden optimizar distintos elementos de la red, de modo que utilicen la cantidad justa de energía necesaria para ofrecer el nivel de rendimiento deseado y, por tanto, optimizar unos costes que suponen una carga importante para los MNO. La IA también puede aplicarse para determinar el mejor tipo de energía que consumir.

Además, el ML puede utilizarse para generar alertas sobre lugares concretos que requieren la atención de un gestor energético.

### 3.1.4 Aumentar la seguridad de la red y reducir el fraude

Los sistemas basados en IA pueden analizar el tráfico de red en tiempo real y detectar anomalías o patrones sospechosos que puedan indicar un ciberataque. También pueden utilizar algoritmos de ML para identificar amenazas nuevas y desconocidas y adaptarse a patrones de ataque cambiantes.

La IA también puede ayudar a identificar a los actores y dispositivos que intentan camuflar su identidad para obtener beneficios económicos. Las herramientas y la experiencia pueden identificar continuamente y detener inmediatamente múltiples tipos de fraude casi en tiempo real y, mediante sus actividades, reducir el fraude.

## 3.2 Casos de uso relacionados con el marketing y los clientes

Los sistemas de IA también pueden reforzar y permitir interacciones personalizadas y significativas con los clientes, mejorando en última instancia la experiencia y el compromiso de los clientes. Por ejemplo, pueden utilizarse para mejorar las comunicaciones automatizadas, la asistencia virtual, los precios personalizados y la asistencia técnica. En el ámbito de la seguridad, los sistemas de IA pueden ayudar a detectar y prevenir el fraude, defenderse de los ciberataques y contrarrestar las llamadas robotizadas ilegales.

### 3.2.1 Siguiendo Mejor Acción (NBA)

La Siguiendo Mejor Acción (NBA, por sus siglas en inglés) es un enfoque específico del cliente que utiliza análisis y/o ML para predecir varias acciones que podrían implementarse para un cliente específico y luego elige la mejor opción posible que implementar. Por ejemplo, la IA puede utilizarse para comprender las preguntas de los clientes y su contexto y, a continuación, ofrecerles respuestas adecuadas. Hoy en día se está avanzando hacia la Siguiendo Mejor Experiencia y la hiperpersonalización,

llevando el compromiso con el cliente al siguiente nivel con la Siguiete Mejor Experiencia<sup>7</sup>.

### 3.2.2 Predicción de bajas

La predicción de bajas es el proceso de identificar a los clientes que probablemente abandonarán una empresa o dejarán de utilizar un producto o servicio. La IA puede utilizarse para predecir la pérdida de clientes mediante el análisis de los datos de los clientes, la identificación de patrones y factores asociados a la pérdida de clientes, y la realización de predicciones sobre qué clientes tienen más probabilidades de marcharse y, en última instancia, evaluar con mayor precisión cómo retener a los clientes más fieles.

### 3.2.3 Precios Inteligentes

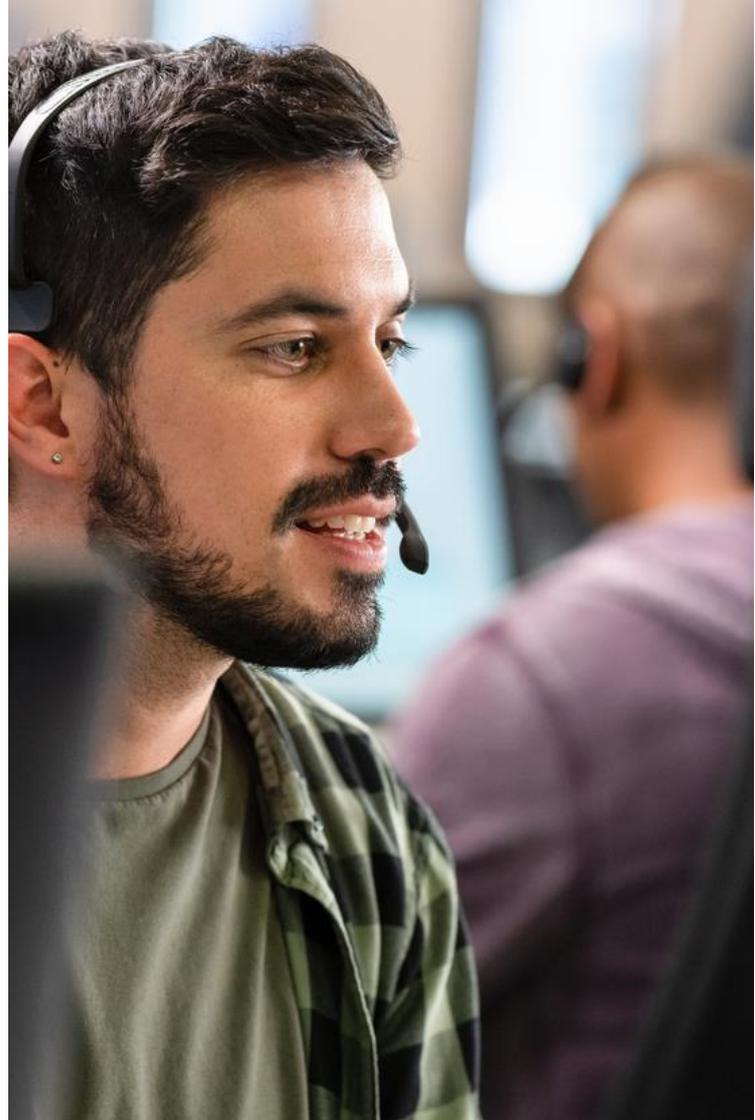
La tarificación inteligente es el proceso para optimizar las estrategias de precios y mejorar los ingresos mediante el análisis de datos sobre el comportamiento de los clientes, las tendencias del mercado y la competencia. Hay muchas estrategias que incluyen la optimización de precios, la fijación dinámica de precios y la fijación personalizada de precios.

### 3.2.4 Puntuación crediticia

Con la ayuda de la IA, los MNO pueden mejorar la puntuación crediticia. Esta se basa en los datos de los MNO, analizando el uso que hacen los clientes de los servicios de telecomunicaciones e identificando patrones que indiquen solvencia.

### 3.2.5 Recomendación de dispositivos

La IA puede utilizarse para recomendar dispositivos móviles a los clientes en función de sus preferencias, patrones de uso y otros factores. Algunos MNO utilizan una



---

<sup>7</sup> <https://www.pega.com/insights/articles/taking-customer-engagement-to-the-next-level-with-next-best-experience>

combinación de aprendizaje profundo y aprendizaje por refuerzo para encontrar el dispositivo adecuado en el momento adecuado para recomendar.

### 3.2.6 Recomendación de productos y servicios

Con ayuda de la IA, se pueden recomendar productos y servicios en función de las preferencias de los clientes, su historial de compras y otros factores. Entre las técnicas de IA pertinentes figuran el filtrado colaborativo, el filtrado basado en contenidos y una combinación de ambos. Los sistemas de recomendación también pueden incorporar información externa, como reseñas de clientes, redes sociales y datos de eventos, para mejorar la precisión de las recomendaciones.

### 3.2.7 Asistente digital para atención al cliente 365/24 (*Chatbots*)

Muchos MNO utilizan actualmente *chatbots* y asistentes digitales para ofrecer un servicio de atención al cliente «las veinticuatro horas del día». Los servicios de búsqueda incluyen tanto preguntas frecuentes (FAQ) como un servicio de atención al cliente personalizado que utiliza datos sobre la situación específica de los clientes. También se utilizan para calificar la solicitud, dar una respuesta de primer nivel y, si es necesario, ceder la palabra a un asistente humano.

La IA generativa aparece como una importante oportunidad para construir una relación fluida, personalizada y eficaz con los clientes.

## 3.3 Monetización externa

Además, los MNO pueden proporcionar a los gobiernos y organismos públicos las soluciones de IA y análisis de *big data* que necesitan para abordar una amplia gama de problemas. Los MNO pueden aportar valiosos conocimientos que ayuden a afrontar retos políticos acuciantes, como el cambio climático y la contaminación, la necesidad de mejorar la sanidad y el transporte y el desarrollo sostenible, al tiempo que responden eficazmente a fenómenos meteorológicos extremos, catástrofes naturales y epidemias.

Los datos de red anonimizados y agregados pueden utilizarse para generar información multitudinaria para el comercio minorista, los ayuntamientos, el turismo y los eventos, el transporte público y las emisiones de los viajes. Los dispositivos móviles generan constantemente datos de movimiento en nuestra red. Cada dispositivo generará hasta 200-400 puntos de datos al día, dependiendo de lo activo que sea el usuario. La red puede dividirse en zonas geográficas lo suficientemente amplias como para garantizar que los individuos no puedan ser identificados. A continuación, anonimiza los datos de forma irreversible antes de agregarlos y extraerlos como datos de multitudes y analiza el movimiento de multitudes entre distintas partes de la ciudad: por ejemplo, hacia dónde y desde dónde se desplaza la gente cada día. También permite analizar la densidad de multitudes en distintas partes de la ciudad a diferentes horas del día. De este modo se obtiene una visión útil de la forma en que se mueven las multitudes.

Algunos MNO ya ofrecen capacidades de IA a terceros con fines comerciales. Pueden ofrecer IA como capacidad de plataforma o pueden emplear la IA para procesar datos de redes móviles con fines analíticos para organizaciones de terceros, como gobiernos, autoridades de planificación del tráfico, proveedores de energía y otras organizaciones comerciales.

**Algunos ejemplos son<sup>8</sup>:**



**Mejores ciudades e infraestructuras públicas:** Los ayuntamientos pueden utilizar las herramientas de datos y los conocimientos desarrollados por los MNO para mejorar la planificación, la prestación de servicios y el transporte. Por ejemplo, los datos de las redes móviles que muestran los movimientos de población podrían utilizarse para ayudar a planificar una nueva ruta de autobús o línea de tren.



**Frenar el cambio climático y proteger el medioambiente:** Los MNO pueden ayudar a los gobiernos a entender cómo afectarán el cambio climático y los problemas medioambientales a las comunidades. Por ejemplo, los MNO pueden desarrollar herramientas que permitan a los sistemas de IA prever cómo cambiarán los patrones meteorológicos y predecir futuros movimientos de población.



**Gestión de catástrofes y pandemias:** Los MNO pueden proporcionar a los organismos públicos herramientas que sirvan de alerta temprana en caso de catástrofe, apoyen la respuesta posterior e informen sobre iniciativas específicas de recuperación y rehabilitación. Por ejemplo, un país que sufra un brote de una enfermedad contagiosa podría utilizar estas herramientas para ayudar a rastrear y mitigar la propagación de la enfermedad.



**Apoyo a la industria y el comercio:** Las empresas pueden utilizar los conocimientos y las herramientas de los MNO para lograr una mayor transparencia y mejorar así la planificación operativa y el acceso financiero. Por ejemplo, los sensores y monitores conectados pueden recoger datos en tiempo real que los sistemas de IA pueden utilizar para optimizar los procesos industriales y comerciales.



**Impulsar la inclusión social:** Las ideas y herramientas de datos de los MNO pueden ayudar a mejorar la equidad, el bienestar social, el acceso público y la salud, y aportar soluciones eficaces a los

---

<sup>8</sup> <https://www.gsma.com/betterfuture/resources/ai4i-use-cases>

acuciantes retos sociales. Por ejemplo, los sistemas de IA pueden analizar datos de redes móviles para detectar cambios graduales en la población y garantizar que los servicios públicos locales, como la educación y la sanidad, cuenten con los recursos adecuados.

## 4. Agenda de investigación sobre Inteligencia Artificial para el sector de las telecomunicaciones

El taller demostró que la IA está en el centro del futuro de la industria de las telecomunicaciones. Las empresas afirmaron que dentro de cinco años la IA se adoptará a escala, y que el 100 % de los procesos empresariales se mejorarán con IA («IA en todas partes»). La IA permitirá nuevas formas de trabajar, incluido su uso como plataforma general de innovación.



Para ello, los MNO deberán invertir en sus bases de datos. Sin esto, no es posible llevar la IA a todos los rincones de la empresa, especialmente debido al enorme volumen de datos y los requisitos de baja latencia. Además, es necesario industrializar la aplicación de la IA y el ML. La IA no solo se utilizará para mejorar los servicios empresariales, sino también a la hora de ofrecer productos y servicios innovadores a clientes externos, ciudadanos, empresas y gobiernos. [En este capítulo 4](#), presentaremos los temas de investigación identificados para la agenda de investigación de la IA de las telecomunicaciones.

Obsérvese que cuando un tema se identifica en la agenda de investigación, significa que necesita más investigación para la industria de las telecomunicaciones. Esto no significa necesariamente que haya que investigar más sobre la IA en general, sino simplemente que hay que aplicarla al sector de las telecomunicaciones.

## 4.1 Fundamentos de los datos

Los fundamentos de los datos son importantes para la IA porque proporcionan la materia prima que los algoritmos de IA utilizan para aprender y hacer predicciones. Sin acceso a datos de alta calidad, diversos y pertinentes, los sistemas de IA no podrían realizar sus tareas con eficacia. Los aspectos fundamentales también desempeñan un papel importante a la hora de garantizar la privacidad, imparcialidad, responsabilidad y transparencia de los sistemas de IA, al proporcionar la capacidad de comprender cómo toman decisiones los algoritmos e identificar y mitigar cualquier sesgo en los datos. Además, contar con una base de datos sólida puede ayudar a garantizar la escalabilidad y la capacidad de mantenimiento de los sistemas de IA a lo largo del tiempo.

### 4.1.1 Fundamentos

Los fundamentos de los datos para la IA consisten en los diversos elementos necesarios para garantizar que un sistema de IA tenga acceso a datos de alta calidad, diversos y pertinentes. Estos elementos incluyen:

- Recogida de datos: el proceso de recopilación de datos procedentes de diversas fuentes. Esto puede incluir datos estructurados de bases de datos, así como datos no estructurados de texto, imágenes y vídeos.
- Depuración de datos: el proceso de eliminación de errores, incoherencias y datos irrelevantes de los datos recopilados. Esto puede incluir tareas como tratar los valores que faltan, corregir imprecisiones y eliminar duplicados.
- Integración de datos: el proceso de combinar datos de múltiples fuentes en un conjunto de datos único y cohesionado.
- Anotación de datos: el proceso de etiquetado o adición de metadatos a los datos para hacerlos más útiles para el entrenamiento de modelos de IA.
- Gobernanza de datos: el proceso de gestión de la base general de datos, que incluye garantizar la calidad de los datos, la privacidad, la seguridad y el cumplimiento de la normativa.
- Almacenamiento y gestión de datos: el proceso de almacenar los datos de forma que sea fácil acceder a ellos y utilizarlos, así como disponer de un sistema que garantice su integridad y accesibilidad.

En la práctica actual, muchas de estas actividades siguen siendo manuales. Por lo tanto, la investigación destinada a automatizar partes de estas actividades, sobre todo teniendo en cuenta el enorme volumen de datos y el requisito de baja latencia, será importante para ampliar el uso de la IA en toda la empresa.

Además, para muchos MNO, existen silos de datos entre las áreas de red y de clientes, y es un reto gestionar casos de uso transversales que incluyan equipos diferentes. A esta complejidad se añade el hecho de que las redes están compuestas por equipos de distintos proveedores, lo que complica aún más el reto de los datos.

#### 4.1.2 Privacidad

La privacidad es importante para la IA por varias razones:

- Protección de datos: Los MNO recopilan y almacenan grandes cantidades de datos personales, como la ubicación del cliente, su uso y su historial de navegación. Garantizar la privacidad y seguridad de estos datos es crucial para proteger a los clientes de las filtraciones de datos y los accesos no autorizados.
- Cumplimiento: Los MNO están sujetos a diversas leyes y normativas que regulan la recopilación, el almacenamiento y el uso de datos personales, como el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) en la UE y la Ley de Privacidad del Consumidor de California (CCPA) en Estados Unidos. Cumplir esta normativa es esencial para evitar sanciones legales y daños a la reputación y, en última instancia, la pérdida de confianza.
- Confianza: Proteger la privacidad de los clientes ayuda a generar confianza entre los MNO y sus clientes. Es más probable que los clientes utilicen y recomienden una empresa en la que confían para proteger sus datos personales.
- Innovación: Las tecnologías que mejoran la privacidad, como el cifrado homomórfico y el aprendizaje federado, pueden permitir casos de uso nuevos e innovadores para la IA sin comprometer la privacidad del cliente.
- Ética de los datos: Aparte de las cuestiones legales y reglamentarias, el uso de datos personales para la IA también implica consideraciones éticas, como la falta de transparencia, el potencial de sesgo y la discriminación.

El reto de investigación identificado en el taller estaba relacionado con el **equilibrio entre la utilidad de los datos y el mantenimiento de la máxima privacidad**. Garantizar la máxima privacidad al tiempo que se preserva la utilidad de los datos es, sin duda, una tarea difícil cuando se utilizan técnicas de anonimización de datos.



Es necesario seguir investigando sobre temas como:

- **Cómo utilizar múltiples técnicas de anonimización:** Las diferentes técnicas, como la generalización, la supresión, la perturbación y el enmascaramiento, tienen diferentes compensaciones entre privacidad y utilidad. Combinar varias técnicas puede ayudar a lograr un equilibrio entre ellas.
- **Cómo minimizar la cantidad de datos divulgados:** Divulgar únicamente la cantidad mínima de datos necesaria para alcanzar el nivel de utilidad deseado, lo que contribuirá a reducir el riesgo de reidentificación.

#### 4.1.3 Anonimización de datos

La anonimización de datos es una herramienta importante para ampliar el uso de la IA. La anonimización perfecta «liberaría» a los profesionales de la IA de las normativas sobre privacidad y los riesgos para la confianza, al tiempo que estimularía la innovación, el intercambio de datos y su monetización. También permitiría el uso de conjuntos de datos adicionales de otras partes para mejorar los conjuntos de datos existentes sin añadir riesgo para la privacidad.

Los temas de investigación identificados en el taller incluyeron:

- **Reidentificación:** Incluso con técnicas de anonimización, es posible que los individuos vuelvan a ser identificados mediante una combinación de información públicamente disponible y los datos anonimizados.

- **Pérdida de utilidad:** En ocasiones, la anonimización puede provocar la pérdida de información importante necesaria para la investigación o el análisis. Esto también se recoge en el tema de investigación anterior.
- **Ataques adversarios:** Con el desarrollo de sofisticados algoritmos de ML, los datos anonimizados pueden seguir siendo vulnerables a ataques de adversarios, en los que un atacante podría volver a identificar a los individuos aprovechando los puntos débiles del proceso de anonimización.
- **Datos dinámicos:** la anonimización de datos dinámicos, como los de las redes sociales o los dispositivos IoT, plantea nuevos retos, ya que los datos se actualizan con frecuencia y pueden contener información contextual que puede utilizarse para volver a identificar a las personas.
- **Datos no estructurados:** la mayoría de los procesos de anonimización se llevan a cabo sobre datos estructurados; sin embargo, hay una enorme cantidad de datos no estructurados como texto, imágenes/vídeos y audio que también necesitan ser anonimizados antes de que puedan ser utilizados a escala para la IA.
- **Evaluar el riesgo:** evaluar los riesgos de reidentificación y otras amenazas a la privacidad antes de divulgar los datos.

#### 4.1.4 Datos sintéticos

Los datos sintéticos son importantes porque permiten generar datos realistas que pueden utilizarse para la investigación, el análisis y las pruebas de IA sin comprometer la privacidad de las personas.

El estado actual de los datos sintéticos evoluciona rápidamente, con los avances tecnológicos, también debido a la creciente concienciación sobre la importancia de proteger los datos personales. Algunas tendencias que están configurando actualmente el campo de los datos sintéticos son:

1. Mejora de los métodos de generación de datos: Se están desarrollando nuevos algoritmos y técnicas para generar datos sintéticos más realistas y representativos de los datos del mundo real.
2. Mayor adopción: Cada vez más organizaciones reconocen las ventajas de los datos sintéticos y empiezan a implantarlos en sus operaciones, sobre todo en sectores como la sanidad y las finanzas.
3. Datos sintéticos basados en ML e IA: El uso de datos sintéticos en ML e IA es cada vez más frecuente, y los datos sintéticos se utilizan cada vez más para entrenar modelos y algoritmos.

4. Librerías de código abierto: Existen varias librerías de código abierto para la generación de datos sintéticos, lo que las hace más accesible a la comunidad en general.

A medida que el campo de los datos sintéticos siga evolucionando, es probable que surjan nuevas tecnologías y técnicas para mejorar aún más la calidad y el realismo de los datos sintéticos.

Entre los retos que plantea la investigación de datos sintéticos figuran los siguientes:

1. Representatividad: Los datos sintéticos deben ser representativos de los datos reales a los que pretenden sustituir, lo que puede suponer un reto, ya que los datos pueden contener interacciones complejas entre variables y poblaciones diferentes.
2. Sesgo de los datos: Los datos sintéticos generados pueden contener sesgos si los datos subyacentes utilizados para generarlos están sesgados.
3. Evaluación de datos sintéticos: Evaluar la calidad de los datos sintéticos y su representatividad sigue siendo un reto de investigación abierto.

## 4.2 Escalar el uso de la IA

La mayoría de los MNO ha empezado a utilizar la IA para mejorar sus negocios en varios aspectos diferentes, como hemos visto. Sin embargo, un reto pendiente es cómo escalar el uso de la IA a todos los rincones de la empresa: optimización, funcionamiento, marketing, interacción con el cliente, nuevos productos y servicios, nuevas oportunidades de negocio, y horizontalmente en los procesos de transformación digital.

### 4.2.1 Estandarización de los casos de uso más comunes de las telecomunicaciones

La estandarización de los casos de uso más comunes de la IA en el sector de las telecomunicaciones contribuirá a acelerar su escalamiento.

Es necesario investigar para definir cómo debería ser la norma; potencialmente incluyendo el propósito del caso de uso, el caso de negocio, los datos necesarios, los aspectos relacionados con la privacidad, el algoritmo o algoritmos que pueden aplicarse a los datos, los posibles problemas de seguridad, los aspectos operativos a considerar y los posibles impactos éticos o sociales a tener en cuenta.

### 4.2.2 Industrialización de las IA con MLOps

Otro tema que debe aplicarse a mayor escala está relacionado con el concepto de MLOps (*Machine Learning Operations*), que implica la implementación de un conjunto de procesos y prácticas que permitan el desarrollo, el despliegue y la gestión eficientes y eficaces de los modelos de IA. Aunque se trata de un concepto bien conocido en la

IA, es necesario aplicarlo a mayor escala. Por tanto, se desea investigar para mejorar o automatizar uno o varios de los temas siguientes:

1. Automatización del proceso de desarrollo y despliegue de modelos, como pruebas automatizadas, integración continua y entrega continua de modelos de IA. También está relacionado con las bases de datos.
2. Supervisión y gestión de modelos de IA en producción, como la supervisión del rendimiento del modelo, la detección y el diagnóstico de problemas, y la aplicación de reversiones y actualizaciones automatizadas.
3. Colaboración y control de versiones, como el uso de herramientas como Git para colaborar en el desarrollo de modelos y realizar un seguimiento de los cambios, y también Kubernetes para desplegar modelos y gestionar su infraestructura.
4. Gestión de datos, como la gestión de los datos utilizados para entrenar y probar modelos, así como la gestión de los datos utilizados para hacer predicciones en producción.
5. Ética y cumplimiento, como garantizar que los modelos de IA y los datos utilizados para entrenar los modelos cumplen las normas legales y éticas.

### 4.3 IA aplicada a la red

[Como se menciona en el capítulo 3](#), el sector de las telecomunicaciones utiliza la IA para mejorar su infraestructura básica, la red, de varias maneras. En esta sección enumeramos otras aplicaciones de la IA a la red que requieren más investigación antes de poder aplicarse a escala.

\*Nótese que los temas de investigación sobre IA incluidos que son aplicables a la red son relevantes y procesables para los MNO. La agenda de investigación no incluye necesariamente temas del ámbito de los proveedores y vendedores de redes tradicionales.

#### 4.3.1 Núcleo 5G (*core*) y RAN

La IA puede ayudar a reducir costes en el núcleo 5G y la RAN (red de acceso radioeléctrico) mediante la automatización de tareas, la optimización del rendimiento de la red, la fragmentación de la red y la mejora de la seguridad. Por lo tanto, la investigación sobre los siguientes temas es de interés para la industria:

1. Automatización de las tareas de gestión de la red: La IA puede utilizarse para automatizar tareas como la optimización de redes, la resolución de problemas y el mantenimiento, reduciendo la necesidad de intervención manual y los costes laborales.

2. **Mantenimiento predictivo:** La IA puede utilizarse para predecir cuándo es probable que fallen los equipos, lo que permite un mantenimiento proactivo y reduce la necesidad de costosas reparaciones y tiempos de inactividad.
3. **Redes autoorganizadas:** La IA puede utilizarse para optimizar la configuración de la red y adaptarse a sus condiciones cambiantes, reduciendo la necesidad de configuración manual y aumentando la eficiencia de la red.
4. **Optimización del tráfico:** La IA puede utilizarse para optimizar la asignación de recursos en tiempo real, reduciendo la necesidad de un costoso sobreaprovisionamiento y aumentando la capacidad de la red.
5. **Calidad del servicio:** La IA puede utilizarse para ajustar dinámicamente la calidad del servicio en función de la demanda de tráfico, lo que reduce la necesidad de un costoso sobreaprovisionamiento de recursos.
6. **Seguridad:** La IA puede utilizarse para detectar y responder a las amenazas a la seguridad en tiempo real, reduciendo el riesgo de costosas brechas de seguridad y mejorando la seguridad general de la red.



#### 4.3.2 Optimización de la red casi en tiempo real

La optimización casi en tiempo real de la red puede contribuir a la eficiencia energética a través de la noción de gestión inteligente de la energía: La IA puede utilizarse para predecir y optimizar el consumo de energía de la red, ajustándolo dinámicamente en función de la demanda de tráfico y las condiciones de la red, lo que permite ahorrar energía y beneficia al medioambiente.

#### 4.3.3 Automatización de redes

La automatización de redes se refiere al uso de software y tecnología para gestionar y configurar automáticamente dispositivos y sistemas de red. Esto puede incluir tareas como el aprovisionamiento de nuevos dispositivos, la supervisión del rendimiento de la red y la resolución de problemas. El objetivo de la automatización de redes es mejorar

la eficacia y reducir la necesidad de intervención manual, lo que puede contribuir a minimizar errores y reducir costes.

Según Alot<sup>9</sup>, «la automatización en bucle cerrado en las redes de los proveedores de servicios de comunicaciones (CSP) es un proceso continuo que supervisa, mide y evalúa el tráfico de red en tiempo real y, a continuación, actúa automáticamente para optimizar la calidad de la experiencia (QoE) del usuario final». CLA continuamente:

- Identifica los tipos de tráfico de red y recopila métricas de rendimiento
- Calcula la demanda de ancho de banda y la disponibilidad de recursos
- Asigna estas métricas a los niveles de servicio del usuario y la calidad de vida percibida
- Establece instantáneamente la asignación óptima de ancho de banda para cada componente de tráfico

También se denomina Gestión Sin Intervención (ZTM, por sus siglas en inglés), que se refiere a la capacidad de desplegar, configurar y gestionar dispositivos y sistemas de red sin necesidad de intervención manual. El objetivo de la ZTM es automatizar al máximo el proceso de gestión de la red, desde la instalación inicial hasta el mantenimiento y la resolución de problemas.

#### 4.3.4 Detección de anomalías

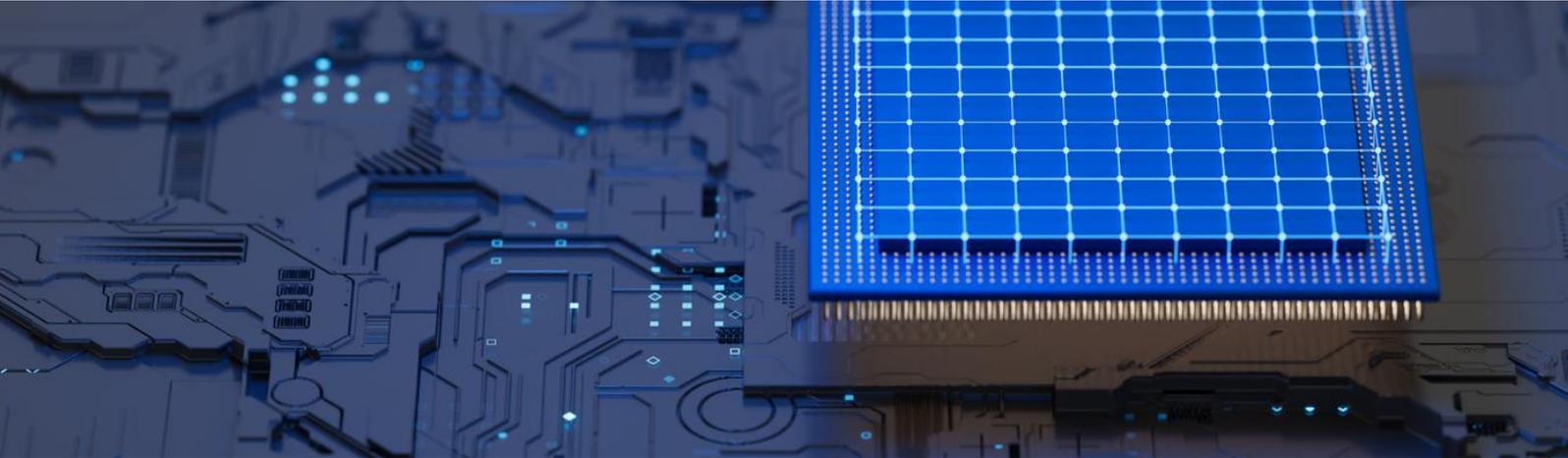
Hay varios temas de investigación en la detección de anomalías, entre ellos:

1. Escalabilidad: Los algoritmos de detección de anomalías deben ser capaces de manejar grandes cantidades de datos procedentes de diversas fuentes, como tráfico de red y datos de sensores, en tiempo real y con baja latencia.
2. Falsos positivos y negativos: Los sistemas de detección de anomalías deben ser capaces de distinguir con precisión entre las verdaderas anomalías y las falsas alarmas.
3. Adaptabilidad: Los sistemas de telecomunicaciones cambian y evolucionan constantemente, por lo que los algoritmos de detección de anomalías deben ser capaces de adaptarse a estos cambios.

---

<sup>9</sup> <https://www.allot.com/network-intelligence/technology/closed-loop-automation/>

4. Seguridad y privacidad de los datos: Los MNO deben proteger los datos confidenciales de los clientes, por lo que los sistemas de detección de anomalías deben ser capaces de hacerlo sin dejar de ofrecer resultados precisos.
5. Tratamiento de datos desequilibrados: Los algoritmos de detección de anomalías suelen tener problemas con los conjuntos de datos desequilibrados, en los que el número de casos normales es mucho mayor que el de casos anómalos.



#### 4.3.5 IA explicable en la detección de anomalías

Dado que el sector de las telecomunicaciones está muy regulado, es importante poder explicar el proceso de toma de decisiones de los algoritmos de detección de anomalías a auditores, organismos reguladores y clientes, en caso necesario.

#### 4.3.6 De la correlación a la causalidad

Se trata de un tema de investigación relevante, ya que pasar de la correlación a la causalidad permite el control activo de los parámetros, establece un vínculo entre las acciones y los resultados deseados y permite crear escenarios que no se pueden controlar/inferir a partir de datos del mundo real (aprendizaje contrafáctico).

Sin embargo, hay varios retos que superar. En el ML, pasar de la correlación a la causalidad no es una tarea sencilla y requiere información y métodos adicionales. La correlación es una medida de la relación entre dos variables, mientras que la causalidad es una relación en la que un cambio en una variable provoca un cambio en otra variable. Entre los métodos que pueden utilizarse para inferir la causalidad a partir de la correlación se incluyen:

1. Experimentos controlados: Una de las formas más fiables de establecer la causalidad es mediante experimentos controlados en los que se manipula una variable y se mide su efecto sobre otras variables.

2. Ordenación del tiempo: Si una variable precede un cambio en otra variable, es más probable que sea la causa.
3. Explicación mecanicista: Si se puede identificar un mecanismo plausible que explique cómo una variable podría causar un cambio en otra variable, esto puede ayudar a inferir la causalidad.
4. Causalidad inversa: Si existe la posibilidad de que la causalidad se invierta, es importante considerar esta posibilidad y ponerla a prueba.
5. Datos adicionales: Si se recopilan más datos, como los relativos a otras variables que puedan influir en la relación, es posible inferir la causalidad.

#### 4.3.6.1 Escalabilidad de modelos causales complejos

Los modelos de causalidad complejos pueden ser difíciles de ampliar porque requieren una gran cantidad de datos y recursos informáticos y pueden no generalizarse bien a nuevas situaciones. Es importante equilibrar la complejidad del modelo con los datos y recursos informáticos disponibles para asegurarse de que el modelo sea preciso y escalable.

#### 4.3.6.2 Recogida de datos

La recopilación de datos para generar modelos de causalidad complejos no es trivial y puede requerir una combinación de distintos métodos, como encuestas y cuestionarios, experimentos controlados, minería de datos, entre otros.

#### 4.3.6.3 Identificación de variables de confusión en modelos complejos

Una correlación espuria es una situación en la que dos variables están estadísticamente relacionadas (correlacionadas), pero no existe ningún vínculo causal entre ellas. Esta relación suele estar causada por una tercera variable que no se tiene en cuenta, denominada variable de confusión o variable oculta. Existen varios métodos para identificar y controlar las variables de confusión, pero no siempre es posible identificar y controlar todas las variables de confusión en un modelo causal complejo.

#### 4.3.7 Gemelos digitales

Los gemelos digitales, que son réplicas digitales de sistemas físicos, pueden ofrecer una serie de oportunidades. Varios de los temas de investigación presentados hasta ahora también pueden considerarse parte de un gemelo digital de la red. La investigación sobre los gemelos digitales de la red podría reportar los siguientes beneficios:

1. Optimización de la red: Los gemelos digitales pueden utilizarse para simular y optimizar el rendimiento de la red, lo que permite un uso más eficiente de los recursos y una mejora de la calidad del servicio.

2. **Mantenimiento predictivo:** Los gemelos digitales pueden utilizarse para supervisar el estado de los equipos de red, predecir cuándo será necesario el mantenimiento y optimizar los programas de mantenimiento.
3. **Diseño y planificación de redes:** Los gemelos digitales pueden utilizarse para probar nuevos diseños y configuraciones de red antes de desplegarlos sobre el terreno, lo que ayuda a identificar y resolver posibles problemas antes de que se conviertan en tales.
4. **Monitorización en tiempo real:** Los gemelos digitales pueden utilizarse para supervisar el rendimiento de la red en tiempo real, proporcionando información sobre el comportamiento de la red y permitiendo una respuesta rápida a cualquier problema que pueda surgir.
5. **Mejora de la experiencia de cliente:** Los gemelos digitales pueden utilizarse para supervisar el rendimiento de la red desde la perspectiva del cliente, lo que proporciona información sobre su experiencia y permite resolver proactivamente cualquier problema que surja.
6. **Reducción de costes:** Mediante el uso de gemelos digitales para optimizar el rendimiento de la red, predecir fallos en los equipos y mejorar el diseño de la red, las empresas de telecomunicaciones pueden reducir los costes asociados al mantenimiento de la red, los tiempos de inactividad y las reclamaciones de los clientes.

En general, los gemelos digitales pueden ayudar a mejorar el rendimiento de la red, reducir costes, ofrecer mejores productos a los clientes de las grandes empresas y mejorar la experiencia general del cliente.

#### 4.3.8 Red como servicio (NaaS)

La Red como Servicio (NaaS, por sus siglas en inglés) es un tipo de modelo de servicio que permite a las empresas y organizaciones externalizar la gestión y el mantenimiento de su infraestructura de red a un proveedor externo. Para alcanzar todo el valor potencial de las redes de telecomunicaciones, como el 5G, Wi-Fi 6 o Edge Computing, es necesario avanzar en la transformación digital de los MNO y extender la «softwarización» al proceso de desarrollo de los servicios de conectividad y el modo en que estos servicios de conectividad se integran con otros servicios digitales. La piedra angular para que esto ocurra son las API (Interfaz de Programación de Aplicaciones) de red<sup>10</sup>.

La NaaS ofrece a las empresas una forma flexible, escalable y rentable de acceder a sus redes y gestionarlas, sin necesidad de grandes inversiones de capital ni

---

<sup>10</sup> Fuente: <https://www.telefonica.com/en/sustainability-innovation/innovation/open-gateway/>

conocimientos internos. Permite a los clientes consumir recursos de red como un servicio, de forma similar a como consumen otros servicios públicos como la electricidad o el agua. Esto permite a los clientes centrarse en sus principales funciones empresariales y reducir la carga de gestionar y mantener sus propias redes.

Los proveedores tradicionales de NaaS suelen ofrecer una gama de servicios de red, como redes privadas virtuales (VPN), redes de área extensa (WAN) y redes definidas por software (SDN). Esto puede incluir el aprovisionamiento, la configuración, la supervisión y la gestión de los recursos de red, así como servicios adicionales como la seguridad y el cumplimiento. Sin embargo, con el metaverso y la web3 que se avecinan, se necesitará capacidad de red bajo demanda para aplicaciones muy exigentes a través de API. Estas API de red suponen un cambio en la forma de consumir los recursos de red, de modo que las capacidades de la red pueden incorporarse a las aplicaciones (de los propios MNO o de terceros) de forma programática, lo que fomenta un entorno mucho más ágil para la innovación y la cocreación de servicios.

Se espera que la IA pueda contribuir significativamente a la creación, el consumo y el mantenimiento de estas API de red.

Como ejemplo concreto<sup>11</sup> piloto de NaaS, consideremos la Red como Servicio (NaaS) para el control del ancho de banda. Singtel ha realizado una prueba de campo basada en drones de vigilancia. Estos drones envían vídeo SD (definición estándar) a un centro de control central. Cuando un operador humano del centro de control central observa un suceso o anomalía concretos en el vídeo enviado por uno de los drones, puede necesitar una visión más detallada con mayor resolución. Con un solo clic, el operador pide al dron que envíe vídeo HD (alta definición) al centro de control para ver inmediatamente con más detalle lo que el operador desea inspeccionar.

Desde el punto de vista de la conectividad de red, todos los drones, durante su funcionamiento habitual, envían vídeo en resolución de definición estándar para optimizar el uso del ancho de banda de datos móviles. Sin embargo, la aplicación para drones permite al usuario cambiar a la resolución de alta definición en tiempo real a través de una API NaaS (Network-as-a-Service), que permite cambiar las características de conectividad del dispositivo, como el ancho de banda de datos, como en este caso, o la calidad del servicio (QoS) literalmente sobre la marcha. En el MWC 2023 de Barcelona, se habla de la NaaS como la iniciativa *Open Gateway* de la GSMA<sup>12</sup>.

#### 4.4 Operaciones y marketing

En la sección anterior, hemos identificado temas de investigación sobre IA que se aplican típicamente a los MNO, la red. Sin embargo, los MNO también tienen muchos

---

<sup>11</sup> Fuente: <https://www.gsma.com/futurenetworks/wp-content/uploads/2022/03/GSMA-TEC-Value-Whitepaper-v13.pdf>

<sup>12</sup> <https://www.gsma.com/futurenetworks/gsma-open-gateway/>

procesos empresariales en común con otras industrias, como el marketing y las operaciones, etc. En esta sección se analizan otros temas de investigación sobre IA.

#### 4.4.1 IA en tiempo real

La IA en tiempo real se refiere al uso de algoritmos y sistemas de IA para procesar y analizar datos en tiempo real a medida que se generan. Esto permite una toma de decisiones más rápida, acciones automatizadas y la capacidad de responder rápidamente a condiciones cambiantes. Algunos ejemplos de aplicaciones de IA en tiempo real son el marketing en tiempo real, la automatización industrial y el mantenimiento predictivo.

#### 4.4.2 Combinación de optimización y aprendizaje automático

Cualquier proceso empresarial que deje un rastro digital puede optimizarse con IA. El ML puede utilizarse para mejorar la optimización proporcionando una mejor comprensión del proceso o problema, guiando la búsqueda de una solución óptima y permitiendo tratar problemas de optimización más complejos y dinámicos. El ML puede aplicarse a la optimización de varias maneras, entre ellas:

1. Optimización basada en modelos: utilización de técnicas de ML, como la regresión o las redes neuronales, para crear un modelo del sistema que se está optimizando. Este modelo puede utilizarse entonces para predecir la solución óptima para un conjunto determinado de entradas.
2. Optimización heurística: utilización de técnicas de ML, como los algoritmos genéticos o la optimización por enjambre de partículas, para generar heurísticas que sirvan de guía en la búsqueda de una solución óptima.



3. Aprendizaje por refuerzo: utilización de técnicas de ML para entrenar a un agente a tomar decisiones que conduzcan al mejor resultado a largo plazo. Esto puede aplicarse a los problemas de optimización en los que existe una función de recompensa u objetivo clara.
4. Optimización bayesiana: utilización de técnicas de ML para modelizar la incertidumbre del problema de optimización y utilizar esa información para guiar la búsqueda de una solución óptima.
5. Optimización multiobjetivo: el uso de técnicas de ML para optimizar múltiples objetivos al mismo tiempo permite encontrar las compensaciones entre diferentes objetivos.

#### **4.5 Interacción con el cliente (*chatbots* y asistentes virtuales)**

Los *chatbots* y los asistentes virtuales están ayudando a las empresas a interactuar 24/7, 365 con sus clientes de forma personalizada y en tiempo real. La proactividad en la interacción y la mejora de las capacidades de diálogo son algunos de los temas de investigación en los que hay que profundizar.

##### **4.5.1 Proactividad en la interacción**

La proactividad es importante en la interacción con el cliente, ya que permite anticiparse a las necesidades del usuario y proporcionarle información pertinente o realizar tareas sin que tenga que pedirlo expresamente. Esto puede ahorrar tiempo al usuario y mejorar su experiencia general con el asistente. Además, una interacción proactiva puede aprender las preferencias y hábitos del usuario a lo largo del tiempo y ofrecerle una asistencia personalizada y a su medida.

Sin embargo, es importante encontrar el equilibrio adecuado entre la personalización y la proactividad, y no dar la impresión de «spamear» al usuario.

Encontrar el equilibrio adecuado entre personalización y spam puede lograrse mediante diferentes estrategias. Uno de los enfoques consiste en dar a los usuarios la posibilidad de controlar el nivel de personalización que reciben, permitiéndoles aceptar o rechazar determinados tipos de contenidos o notificaciones personalizadas. Además, se podría ofrecer transparencia sobre el uso que se hace de los datos de los usuarios y proporcionar una configuración clara y fácil de entender para gestionar las preferencias de personalización. Otro enfoque consiste en utilizar algoritmos de ML capaces de detectar y filtrar contenidos no deseados o irrelevantes sin dejar de ofrecer contenidos personalizados que sean de valor para el usuario.

Es necesario seguir investigando para determinar los mejores enfoques.

## 4.5.2 PLN e IA conversacional

### 4.5.2.1 De “respuestas a preguntas” al diálogo coherente

Hasta ahora, la mayoría de los chatbots, también conocidos como asistentes conversacionales, están más orientados a responder preguntas y las FAQ que a mantener conversaciones coherentes sobre intereses individuales. Esto está cambiando con desarrollos de IA generativa, como ChatGPT, que hasta cierto punto puede mantener un diálogo.

La IA generativa se refiere a un tipo de sistema de IA capaz de crear contenidos nuevos y originales, como texto, imágenes, música o incluso vídeos, que nunca antes se había visto. Muchos de los modelos de IA generativa más avanzados, como GPT-3, utilizan arquitecturas de transformadores. Los transformadores son un tipo de arquitectura de red neuronal que ha revolucionado el procesamiento del lenguaje natural (PLN) al permitir que los modelos procesen secuencias enteras de datos de entrada (como frases o párrafos) de una sola vez en lugar de una palabra cada vez.

Los sistemas de IA generativa pueden utilizarse para una amplia gama de aplicaciones, como crear imágenes realistas para juegos de ordenador, generar nuevos diseños de productos, escribir historias creativas o componer música. Uno de los ejemplos más conocidos de IA generativa es el GPT (Generative Pre-trained Transformer), un modelo lingüístico capaz de generar texto similar al humano a partir de una indicación o un tema determinados.

Uno de los principales retos a la hora de desarrollar modelos generativos de IA es garantizar que el contenido generado sea de alta calidad y no contenga errores, alucinaciones o incoherencias. Esto requiere una formación cuidadosa del modelo y un perfeccionamiento continuo para garantizar que siga generando contenidos precisos y de alta calidad.

Es necesario seguir investigando para garantizar la calidad empresarial de todas las respuestas producidas por la IA generativa.

### 4.5.2.2 Chatbots multilingües

Muchos MNO son empresas multinacionales, y sus asistentes digitales o actividades de PLN requieren varios idiomas. A veces se utiliza una mezcla de lenguas en un mismo diálogo (también conocido como alternancia de códigos, conmutación de código o mezcla de código: el fenómeno de alternar entre dos o más lenguas o variedades lingüísticas dentro de una misma conversación o tramo del discurso). Se trata de una tarea difícil, ya que requiere que un modelo de IA sea capaz de identificar y manejar varios idiomas en una sola entrada.

Es necesario seguir investigando para tratar este fenómeno de forma satisfactoria.

## 4.6 Negocio responsable

Las prácticas empresariales responsables están recibiendo cada vez más atención por varias razones. En primer lugar, la opinión pública es cada vez más consciente del impacto de las empresas en la sociedad y el medioambiente. En consecuencia, se exige a las empresas que asuman una mayor responsabilidad por sus acciones. En segundo lugar, cada vez hay más estudios que demuestran que las empresas que dan prioridad a la responsabilidad social y medioambiental tienden a obtener mejores resultados a largo plazo. Esto se debe a que son más capaces de atraer y retener a clientes, empleados e inversores. En tercer lugar, los gobiernos, las organizaciones no gubernamentales y otras organizaciones internacionales presionan a las empresas para que sean más responsables mediante reglamentos, normas e iniciativas. Por último, las empresas reconocen que ser responsables no es solo lo correcto, sino también un medio de crear valor para sus accionistas y construir un futuro sostenible.

Una parte de la responsabilidad está relacionada con el uso ético de la IA. A la luz de la creciente prevalencia de la IA, es imperativo que las empresas operen con transparencia y responsabilidad en el uso que hacen de ella, garantizando al mismo tiempo un uso responsable. A la hora de desplegar aplicaciones de IA, deben tenerse en cuenta las posibles consecuencias no deseadas, como la parcialidad, las violaciones de la privacidad y los riesgos para la seguridad. También es esencial el cumplimiento de los reglamentos y las normas aplicables. Por tanto, es necesario que las empresas utilicen la IA de forma ética y responsable dada su proliferación en un amplio abanico de sectores.

### 4.6.1 Ética de la IA

No se puede exagerar la importancia de la ética de la IA en la actualidad, ya que los avances en la tecnología de la IA pueden tener repercusiones tanto positivas como negativas en la sociedad. Aunque la IA puede mejorar la sanidad, la educación, el transporte y la comunicación, también puede provocar la pérdida de puestos de trabajo, una toma de decisiones sesgada y problemas de privacidad. Para aprovechar plenamente las ventajas de la IA y mitigar al mismo tiempo los riesgos potenciales, es imprescindible que la IA se diseñe, desarrolle e implante de forma ética y responsable. Además, a medida que se generaliza la aplicación de la IA, aumenta la necesidad de deliberar sobre las implicaciones éticas de esta tecnología.



La IA ética es motivo de gran preocupación tanto a nivel europeo como internacional, como demuestra, por ejemplo, la próxima Ley de IA. Sin embargo, hay varios países que se están quedando rezagados, lo que puede tener implicaciones significativas en el contexto de una economía global. El creciente número de institutos y recomendaciones sobre el tema de la ética de la IA, el gran volumen de trabajos de investigación y los numerosos eventos relacionados con la ética de la IA que se celebran en todo el mundo ponen de manifiesto la importancia de la cuestión.

El uso ético de la IA ha sido adoptado por el sector de las telecomunicaciones, como demuestra la publicación del libro de estrategias éticas sobre IA<sup>13</sup> y el cuestionario de autoevaluación<sup>14</sup> creados por varios MNO en coordinación con la GSMA. Además, ETNO y GSMA han creado un grupo de trabajo conjunto sobre IA<sup>15</sup> para el que la ética es un tema importante.

La IA ética no solo es la forma correcta de actuar, sino que también tiene ventajas prácticas para las empresas. The Economist en su artículo Mantenerse a la vanguardia: argumentos empresariales a favor de la IA responsable<sup>16</sup> enumera múltiples razones empresariales por las que es importante aplicar una IA responsable:

- Mejora el crecimiento de los beneficios brutos y finales de la empresa gracias a un mayor compromiso de los clientes, la ampliación de los flujos de ingresos, las ventajas de adquisición en procesos de licitación competitivos y un mayor poder de fijación de precios en el mercado;

---

<sup>13</sup> <https://www.gsma.com/betterfuture/resources/ethicsplaybook>

<sup>14</sup> <https://www.gsma.com/aiethics-sag/>

<sup>15</sup> <https://etno.eu/library/positionpapers/446-etno-gsma-position-paper-on-european-commission-proposal-for-an-artificial-intelligence-act.html>

<sup>16</sup> <https://www.eiu.com/n/staying-ahead-of-the-curve-the-business-case-for-responsible-ai/>

- Una potencial fuente de ventaja competitiva a través de la mejora de la calidad del producto;
- Inversión sostenible y fortalecimiento de las relaciones con las partes interesadas, incluidos los competidores, las asociaciones industriales, el mundo académico y los gobiernos;
- Mejor gestión de datos, seguridad y privacidad;
- Mejor captación, retención y compromiso del talento; y
- Mejor preparación y disposición ante la inminente regulación de la IA

Aunque la IA ética se está promoviendo y aplicando actualmente en la industria de las telecomunicaciones, hay varios temas que requieren un esfuerzo de investigación adicional.

#### 4.6.1.1 Proporcionar una cualificación homogénea del riesgo

La mayoría de los planteamientos para el uso ético de la IA se basan en el riesgo: cuanto mayor es el riesgo, más controles éticos y legales deben realizarse para garantizar que no haya consecuencias negativas. De hecho, la Ley de AI europea se basa en el riesgo, identificando usos de riesgo inaceptable, alto, limitado y bajo. No obstante, determinar los peligros potenciales de un sistema de IA de manera uniforme en diversos sectores es una tarea compleja que requiere más investigación.

#### 4.6.1.2 Cómo incluir proveedores externos

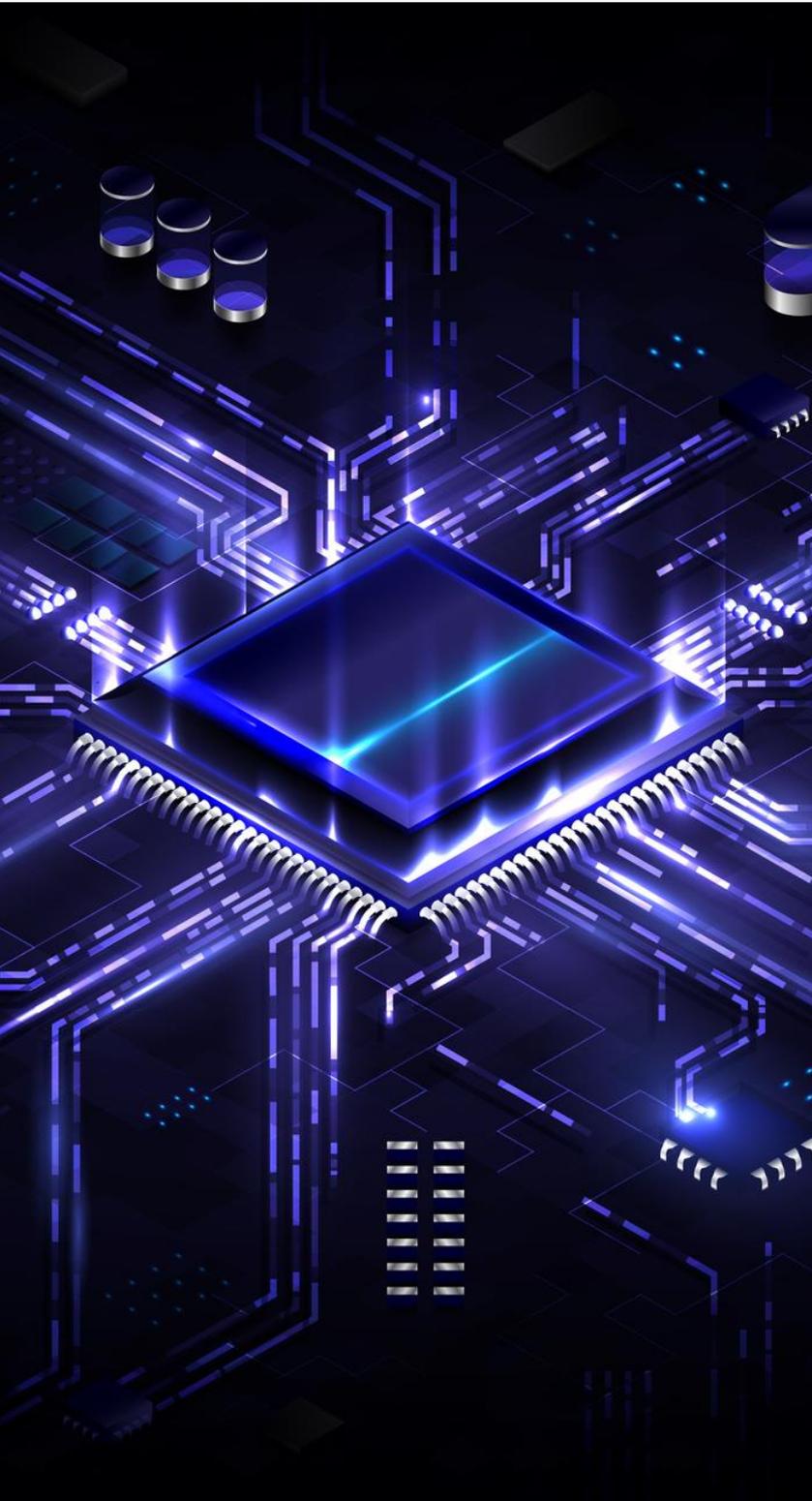
En el sector de las telecomunicaciones, los sistemas (AI) suelen adquirirse a proveedores del mercado. Cómo hacer cumplir y garantizar los requisitos de la IA ética en toda la cadena de valor de forma automática y coherente es un tema de investigación importante para la industria de las telecomunicaciones.

#### 4.6.1.3 Herramientas para una IA ética

Aunque los gobiernos, las organizaciones internacionales, la sociedad civil y el sector privado han publicado numerosos documentos sobre ética de la IA, poner en práctica los principios y evaluar si los sistemas y aplicaciones de IA los respetan es uno de los mayores retos para el sector privado y los MNO. Tres de los principales retos para el uso ético de la IA son la privacidad, la parcialidad y la explicabilidad.

##### 4.6.1.3.1 Herramientas de privacidad

Cuando se utiliza y progresa de forma responsable y ética, la tecnología de IA presenta un mayor potencial, y no se puede exagerar la importancia de los datos en este campo. Aunque el uso de datos es frecuente en la IA, puede socavar la confianza en la eficacia de la tecnología. Por esta razón, las tecnologías de IA que dan prioridad a la preservación de la privacidad están preparadas para superar a las demás.



Dado que la privacidad es un derecho inalienable consagrado en todos los instrumentos internacionales y regionales de derechos humanos, así como en los ordenamientos jurídicos nacionales, es imperativo que se sigan investigando las herramientas para abordar las crecientes preocupaciones derivadas de la intersección entre la privacidad y la IA, como ya se ha explicado en la [sección 4.1.2](#)

#### 4.6.1.3.2 Herramientas de sesgo

El sesgo en la IA se refiere al error sistemático que puede producirse cuando un algoritmo se entrena con datos que no son representativos de la población con la que se va a utilizar. Esto puede dar lugar a decisiones injustas, inexactas o discriminatorias. Por ejemplo, si un sistema de IA se entrena con un conjunto de datos que contiene sobre todo imágenes de personas de piel clara, puede que no sea capaz de reconocer o clasificar con precisión a personas con tonos de piel más oscuros. Del mismo modo, si un sistema de IA se entrena con datos que se han recogido de forma sesgada, puede perpetuar o incluso amplificar los sesgos presentes en los datos. El sesgo en la IA también puede producirse cuando el algoritmo está diseñado de tal forma que da un trato preferente a determinados grupos frente a otros.

Hay varios tipos de sesgo que pueden darse en la IA, como:

- Sesgo de representación, que se produce cuando un algoritmo se entrena en un conjunto de datos que no representa con exactitud la población en la que se va a utilizar.
- Sesgo de medición, que se produce cuando un algoritmo se entrena con datos que se han recogido de forma sesgada.
- Sesgo de algoritmo, que se produce cuando un algoritmo está diseñado de tal manera que da un trato preferente a determinados grupos frente a otros.

Gestionar y mitigar el sesgo en la IA es un reto importante y continuo, y requiere un enfoque multidisciplinar que implique a informáticos, científicos de datos, estadísticos y científicos sociales.

En términos generales, existen tres métodos para detectar y mitigar los sesgos en la IA:

1. Preprocesamiento: Estas técnicas se aplican antes de entrenar el algoritmo de ML para eliminar los sesgos en una fase muy temprana del proceso de aprendizaje. Esto implica, por ejemplo, técnicas como el sobremuestreo y el submuestreo para equilibrar el conjunto de datos y reducir el sesgo.
2. Durante el procesamiento: Estas técnicas se aplican durante el proceso de entrenamiento mediante la inclusión de restricciones de optimización de la equidad junto con funciones de coste en los modelos de ML. Por ejemplo, las restricciones de equidad son ecuaciones matemáticas que se utilizan para garantizar que el modelo no discrimina a determinados grupos. O el entrenamiento adversarial, que es una técnica en la que el modelo se entrena utilizando entradas diseñadas específicamente para engañar al modelo con el fin de hacerlo más robusto frente a los sesgos.
3. Posprocesamiento: Empleadas una vez construido el algoritmo, son las técnicas menos intrusivas porque no modifican los datos de entrada ni el algoritmo de ML. Esta técnica es especialmente apropiada para mitigar los sesgos de los modelos ya existentes.

Cada técnica aplica el proceso de mitigación en distintas fases de una canalización analítica típica, y la elección debe hacerse en función del caso concreto, pero en términos de rendimiento del modelo, es mejor aplicar técnicas de preprocesamiento o durante el procesamiento.

Además, una vez que el modelo está listo, se pueden aplicar varias pruebas para comprobar y verificar que no existen sesgos injustos, entre ellas:

- Auditoría, que consiste en probar el modelo con diversas entradas para comprobar si hay disparidades en el resultado.
- Análisis contrafactual, que consiste en examinar cuál habría sido el resultado del modelo para un insumo específico si determinadas características del insumo hubieran sido diferentes.
- Transparencia mediante visualizaciones y explicaciones del proceso de toma de decisiones del modelo para facilitar la detección y corrección de sesgos.

#### 4.6.1.3.3 Herramientas de explicabilidad

La explicabilidad es importante en la IA, ya que permite la transparencia y la comprensión de cómo el modelo está tomando decisiones. Esto es crucial en muchas aplicaciones, como las finanzas, donde las consecuencias de un error pueden ser graves. Además, puede ayudar a generar confianza en el modelo y aumentar su aceptabilidad entre las partes interesadas. La explicabilidad también ayuda a identificar y corregir errores y sesgos en el modelo.

Un modelo de caja negra es un modelo cuyo funcionamiento interno no es transparente ni interpretable para el usuario. El usuario puede introducir datos y recibir un resultado, pero no sabe cómo ha llegado el modelo a ese resultado. A menudo se considera que estos modelos son más precisos y eficientes, pero pueden ser difíciles de entender y confiar en ellos. Algunos ejemplos de modelos de caja negra son las redes neuronales profundas y muchos modelos de conjunto.

Por otro lado, un modelo de IA de caja blanca es un modelo cuyo funcionamiento interno es transparente e interpretable para el usuario. El usuario puede entender cómo ha llegado el modelo a su resultado y también puede ver el razonamiento que subyace a las decisiones del modelo. Estos modelos suelen considerarse más fiables y aceptables para los usuarios, pero pueden ser menos precisos y eficaces. Algunos ejemplos son los árboles de decisión, la regresión lineal y los sistemas basados en reglas.

Es importante señalar que existe un espectro entre los modelos de caja negra y los de caja blanca, y algunos modelos se consideran de caja gris, que ofrecen cierto nivel de interpretabilidad. Además, algunos métodos, como LIME, SHAP y otros, pueden utilizarse para hacer más interpretables los modelos de caja negra.

En cuanto a las técnicas y herramientas para mitigar el sesgo y los algoritmos de caja negra, son importantes los siguientes temas de investigación:

- Madurez de las herramientas: herramientas propietarias frente a código abierto
- Validación y estandarización de herramientas

- ¿Cómo seleccionar las herramientas adecuadas? ¿Existen parámetros para la selección de herramientas?
- Un marco para definir el nivel adecuado de explicabilidad
- Explicaciones adaptadas a los distintos tipos de usuarios

#### 4.6.1.3.4 Herramientas conformes a la normativa

Los cuestionarios de autoevaluación son herramientas populares para garantizar el cumplimiento interno y externo. Sin embargo, la mayoría de estas herramientas siguen siendo manuales. Es necesaria la investigación para impulsar respuestas automatizadas y mantener la coherencia de los resultados a lo largo del tiempo.

#### 4.6.1.4 Ética del metaverso e impacto social

El metaverso/Web3 está atrayendo una enorme atención como la próxima versión de Internet, y las empresas están empezando a explorar las muchas y nuevas oportunidades de negocio que ofrece. Sin embargo, basándonos en la experiencia con la IA, sabemos que también existirán posibles consecuencias éticas y sociales negativas del uso masivo de la tecnología que deben ser tratadas.

El metaverso no ha hecho más que empezar y esto crea la oportunidad única de construir un metaverso en el que queramos vivir o con el que queramos vivir. Tendrá un profundo impacto en nuestras vidas y, por tanto, es muy importante —desde el principio— pensar en las posibles consecuencias y actuar en consecuencia. Esto ayudará a dejar de lado el enfoque actual de "romper, pedir disculpas y arreglar" para pasar a uno más proactivo. Como en muchas industrias, investigar el impacto social y ético del metaverso es importante para la industria de las telecomunicaciones<sup>17,18</sup>.

#### 4.6.2 Hacia una IA sostenible

Se calcula que el sector de las tecnologías de la información (TI) será responsable del 20 % de las emisiones en 2030<sup>19</sup>. Ante este reto, ha surgido una nueva área de investigación que estudia y trata de mitigar este riesgo: la informática verde, que consta de dos ramas:

- **Green by IT** intenta utilizar la tecnología para reducir la huella de carbono como, por ejemplo, utilizar la IA en la lucha contra el cambio climático.
- **Green in IT** se ocupa de minimizar las emisiones derivadas del uso de la TI.

---

<sup>17</sup> <https://www.telefonica.com/en/communication-room/the-social-and-ethical-challenges-of-the-metaverse/>

<sup>18</sup> <https://responsiblemetaverse.org/resources/ethical-metaverse-principles/>

<sup>19</sup> <https://unfccc.int/news/ict-sector-helping-to-tackle-climate-change#:~:text=According%20to%20the%20Global%20e.intelligently%20use%20and%20save%20energy>

A su vez, estas dos áreas pueden dividirse en software y hardware.

#### 4.6.2.1 IA verde y computación ecológica

Para la IA, lo relevante es el «green in» por el impacto en las emisiones de los algoritmos de IA, es decir, su huella de carbono. Los grandes modelos de procesamiento del lenguaje natural, como GPT-3, que procesan 1.500 millones de parámetros, tienen una importante huella de carbono. Algunos estudios han demostrado que la formación de un solo modelo tuvo en su día la misma huella de carbono que cinco coches a lo largo de su vida útil<sup>20</sup>. El proceso de formación del modelo GPT-3 conllevó una factura eléctrica multimillonaria. Y aunque actualmente esto solo ocurre con modelos muy grandes, hay que tener en cuenta que se trata del coste de una sesión de formación. Antes de que un modelo de IA funcione bien, se necesitan muchas sesiones de entrenamiento, y se espera que en el futuro los grandes modelos de IA funcionen en casi cualquier organización de cierto tamaño. Para hacer frente a esta consecuencia negativa no intencionada de la IA, varias actividades de investigación han empezado a medir sistemáticamente el consumo de energía de los algoritmos de IA con el objetivo de desarrollar herramientas para medir el consumo de energía, crear guías para la programación y seleccionar algoritmos de IA que tengan en cuenta el consumo de energía por diseño. El objetivo final es medir y limitar la huella de carbono de los datos y la IA.

Se trata de un campo de investigación clave, dada la magnitud de la IA utilizada en el sector de las telecomunicaciones y la importancia de la eficiencia energética.

#### 4.6.2.2 IA para la sostenibilidad

La IA para la sostenibilidad es una subárea de la AI for Good, en la que la IA se utiliza para resolver grandes problemas sociales y medioambientales. Se trata de un ámbito activo en la iniciativa AI4I de la GSMA y también en la iniciativa AI4Good de la UIT.

Una iniciativa específica de AI4I se centró en el uso de la analítica de macrodatos móviles de los MNO y la IA para estimar las emisiones de carbono de las grandes obras de construcción de infraestructuras<sup>21</sup>.

---

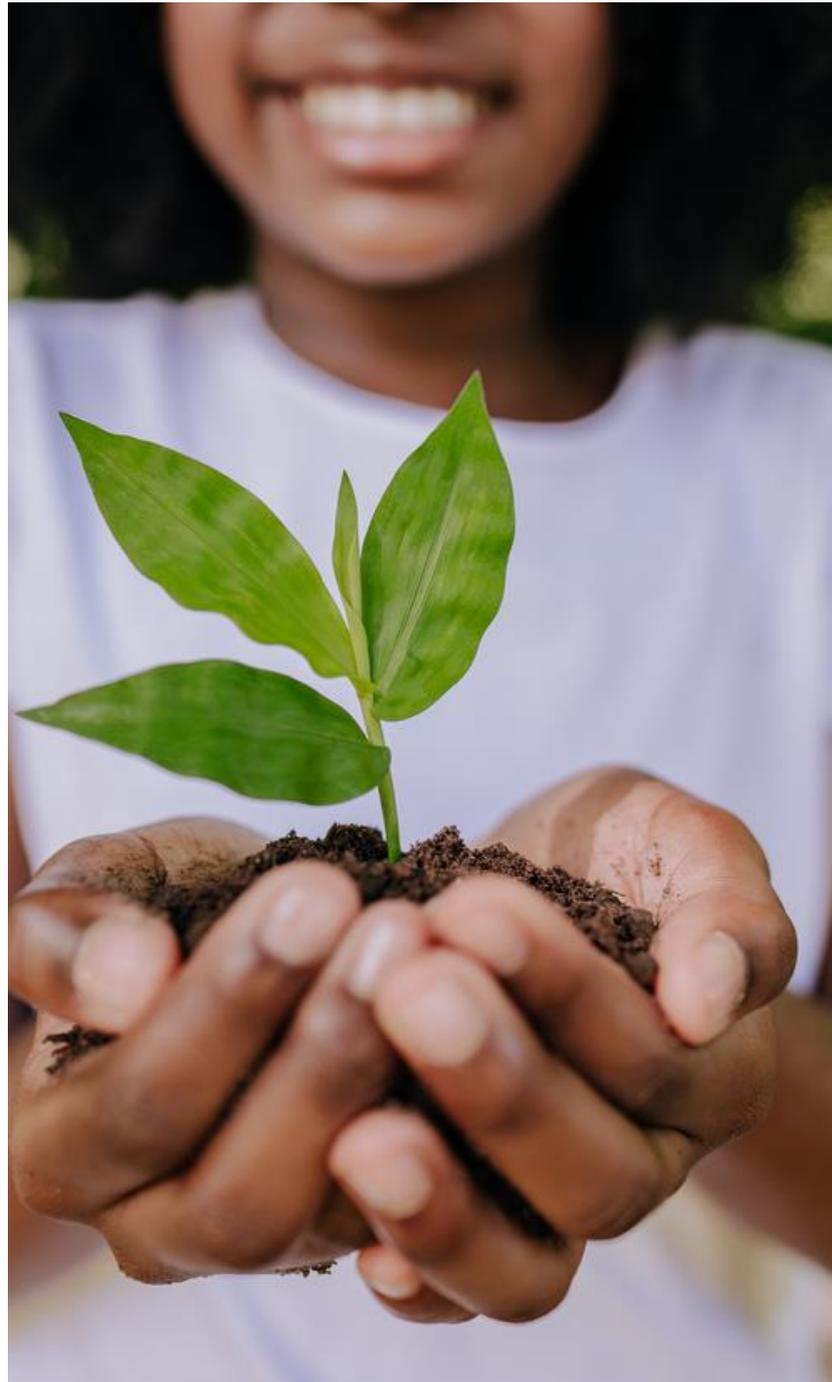
<sup>20</sup> <https://www.technologyreview.com/2019/06/06/239031/training-a-single-ai-model-can-emit-as-much-carbon-as-five-cars-in-their-lifetimes/>

<sup>21</sup> <https://www.gsma.com/betterfuture/resources/ai4i-climate-overview>

Es necesario seguir investigando para averiguar si esta iniciativa puede ponerse en práctica y cómo puede aportar un valor añadido real a gran escala al problema del cambio climático.

#### **4.7 Intercambio de datos B2B/B2G y economía de datos**

Las empresas poseen ingentes cantidades de datos, que —como hemos visto en este documento— se utilizan sobre todo en beneficio de los negocios de esas empresas. Sin embargo, también existe una enorme oportunidad para el intercambio de datos entre empresas, dentro de cada sector y entre sectores. Esto también se denomina economía de los datos, una economía futura que aún se halla en un estado incipiente. En la actualidad, existen varias organizaciones cuyo objetivo es estimular esta economía de datos (IDSA<sup>22</sup>, GAIA-X<sup>23</sup>, BDVA<sup>24</sup>, FIWARE<sup>25</sup>). Aunque en la actualidad se trata sobre todo de una iniciativa europea (denominada espacios de datos), es aplicable en todo el mundo. En el marco de la estrategia europea de datos<sup>26</sup>, se están adoptando nuevas normativas para estimular y regular la



---

<sup>22</sup> <https://internationaldataspaces.org/>

<sup>23</sup> <https://www.data-infrastructure.eu/GAIA-X/Navigation/EN/Home/home.html>

<sup>24</sup> <https://www.bdva.eu/>

<sup>25</sup> <https://www.fiware.org/>

<sup>26</sup> [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-data-strategy\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-data-strategy_en)

economía de los datos, en particular la Ley de Gobernanza de Datos<sup>27</sup> y la Ley de Datos<sup>28</sup>.

La economía de los datos es importante para el sector de las telecomunicaciones por varias razones:

1. Los MNO pueden beneficiarse de los datos disponibles en los espacios de datos para mejorar su negocio.
2. Los MNO poseen enormes cantidades de datos, sobre todo de red, que pueden beneficiar a otros sectores, como el transporte, el turismo, la sanidad, la logística, el comercio minorista, etc.

Dada la fase inicial en que se encuentra el intercambio de datos entre empresas (B2B) y entre empresas y administraciones públicas (B2G), quedan varias cuestiones por resolver e investigar antes de que este fenómeno pueda ampliarse.

#### 4.7.1 Estandarización e interoperabilidad de los conjuntos de datos

La estandarización y la interoperabilidad son importantes para compartir conjuntos de datos entre empresas y sectores, ya que garantizan que los datos puedan ser fácilmente intercambiados y comprendidos por diferentes sistemas y programas informáticos. Sin estandarización, los conjuntos de datos pueden almacenarse en formatos diferentes, utilizar unidades de medida distintas o tener estructuras diferentes, lo que dificulta o imposibilita que una empresa utilice los datos de otra. La interoperabilidad garantiza que distintos sistemas y programas informáticos puedan funcionar juntos sin problemas, lo que facilita el intercambio de datos entre empresas. Esto puede conducir a una colaboración más eficiente y eficaz, así como a la capacidad de combinar datos de múltiples fuentes para una mejor toma de decisiones y análisis.

#### 4.7.2 Confianza y soberanía

La confianza es importante porque permite a las organizaciones compartir datos con seguridad y sabiendo que se utilizarán de forma adecuada y ética. Sin confianza, las organizaciones pueden dudar a la hora de compartir información sensible o sujeta a derechos de propiedad, lo que puede limitar los beneficios potenciales del intercambio de datos.

La soberanía se refiere al control y la propiedad de los datos: la gobernanza. Garantizar la soberanía es importante, ya que permite a las organizaciones mantener el control sobre sus datos y la comprensión de su acceso y finalidad.

---

<sup>27</sup> <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/data-governance-act>

<sup>28</sup> <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/data-act>

### 4.7.3 Privacidad de los datos personales

Aunque no todos los datos compartidos entre organizaciones serán datos personales (muchos datos procederán de sensores y máquinas), es muy importante garantizar la privacidad de los datos personales.

Este reto conduce a los mismos temas de investigación que se han tratado en las secciones [4.1.2](#) y [4.1.3](#). Otras técnicas que ayudan a mantener la privacidad son el intercambio federado de datos y el ML federado.

#### 4.7.3.1 Intercambio federado de datos

El intercambio federado de datos se refiere a un método de compartir datos entre varias organizaciones en el que cada organización mantiene el control sobre sus datos y estos permanecen en los servidores de la organización original. En un sistema de intercambio federado de datos, los datos no están centralizados o agrupados en un único lugar, sino que están distribuidos entre varias organizaciones. Esto permite a las organizaciones compartir datos manteniendo el control y garantizando el cumplimiento de la normativa sobre privacidad y seguridad.

#### 4.7.3.2 Aprendizaje automático federado

El aprendizaje automático federado (FML por sus siglas en inglés) es un método de entrenamiento de modelos de ML en fuentes de datos distribuidas sin necesidad de centralizar o agrupar los datos. En MLF, cada fuente de datos, o «nodo», mantiene el control sobre sus propios datos y el entrenamiento del modelo se realiza localmente en cada nodo. A continuación, los modelos locales se combinan o «agregan» para formar un modelo global. Esto permite entrenar modelos con datos confidenciales o privados sin comprometer la privacidad y la seguridad de los datos.

### 4.7.4 Uso ético

Un ecosistema de intercambio de datos es un concepto muy poderoso sobre el que pueden construirse grandes aplicaciones para resolver todo tipo de grandes problemas o permitir nuevas oportunidades de negocio. Sin embargo, esos mismos datos también pueden utilizarse para negocios oscuros, acciones gubernamentales antidemocráticas o incluso para la delincuencia organizada. Por eso, es muy importante instaurar un sistema de gobernanza que garantice un uso ético de los datos.

## 4.8 Otros temas de investigación

### 4.8.1 IA como servicio

La IA como Servicio (AlaaS) es un modelo de negocio en el que la tecnología de IA se proporciona como un servicio a través de Internet en lugar de como un producto que se adquiere e instala en el propio hardware del cliente. La AlaaS permite a las organizaciones acceder a las capacidades y la experiencia de la IA sin necesidad de invertir en hardware o software caros ni de contratar personal especializado. Un claro ejemplo es la familia de servicios GPT de Open AI, incluido ChatGPT. Los MNO podrían

utilizar AlaaS para impulsar su asistencia digital y *chatbots* en varios idiomas, así como para ofrecer AlaaS al mercado.

Se trata aún de un fenómeno incipiente y es necesario investigar más para comprender el papel de los MNO.

#### 4.8.2 Metaverso

El metaverso, término utilizado para describir un mundo virtual en el que los usuarios pueden interactuar y relacionarse entre sí y con objetos digitales, es una oportunidad, ya que presenta un nuevo mercado<sup>29</sup>. A medida que el metaverso se generalice, los MNO podrán ofrecer nuevos servicios como Internet de alta velocidad, redes 5G y computación frontera para satisfacer las demandas del metaverso, como el *streaming* y las aplicaciones de baja latencia. Esto también se conoce como Red como Servicio (NaaS, véase sección 4.3.7), en la que las capacidades de red se ofrecen bajo demanda mediante API que estarán disponibles a través de hiperescaladores (durante el MWC23, la GSMA lanzó la iniciativa Open Gateway AI que sustenta este concepto). Además, los MNO también pueden explorar nuevas fuentes de ingresos, como los bienes inmuebles virtuales y los bienes y servicios virtuales, que prevalecen en el metaverso.

Además, los MNO también pueden aprovechar el metaverso para mejorar la captación y retención de clientes. Pueden utilizar el metaverso como plataforma para ofrecer servicios nuevos e innovadores a los clientes, como un servicio de atención al cliente virtual, una tienda virtual y eventos virtuales. Los gemelos digitales también pueden manejarse como una aplicación del metaverso.

Dado que el metaverso se encuentra aún en su fase inicial, muchos aspectos de la investigación relacionados con él son relevantes para la industria de las telecomunicaciones. Además, los temas de investigación relacionados con aplicaciones móviles específicas también son de importancia común, así como el impacto social y ético del metaverso, como se describe en la [sección 4.6.1.4](#).

---

<sup>29</sup> <https://www.gsma.com/asia-pacific/wp-content/uploads/2022/02/270222-Exploring-the-metaverse-and-the-digital-future.pdf>



#### 4.8.3 Computadora cuántica

La computación cuántica es importante para la industria de las telecomunicaciones porque tiene el potencial de mejorar significativamente el rendimiento y la seguridad de las redes de telecomunicaciones.

Una de las principales ventajas de la computación cuántica es su capacidad para procesar rápidamente grandes cantidades de datos, que pueden utilizarse para optimizar el encaminamiento de las redes y mejorar su eficiencia. Además, la computación cuántica también puede utilizarse para el ML y la IA, que pueden emplearse para mejorar el rendimiento de la red, predecir y prevenir fallos de la red y mejorar la seguridad.

Otra aplicación importante de la computación cuántica es la criptografía cuántica, que utiliza los principios de la mecánica cuántica para crear comunicaciones altamente seguras. La criptografía cuántica puede utilizarse para proteger contra escuchas y otras formas de ciberataque, lo que la convierte en una herramienta esencial para proteger datos y comunicaciones sensibles.

Por último, la computación cuántica también puede utilizarse para simular sistemas complejos, como las redes inalámbricas, lo que puede ayudar a diseñar, probar y optimizar las redes antes de su despliegue.

## 5. Reconocimientos

Queremos agradecer a todos los participantes en el taller su inspiradora contribución, que ha dado lugar a este documento. Un agradecimiento especial también al proyecto Humane AI Net por financiar la celebración del taller. Gracias al Instituto Alemán para el Emprendimiento por acogernos.

También queremos agradecer a ChatGPT su ayuda con parte del texto de este documento, que ha sido debidamente revisado antes de incluirlo.

El taller que condujo a este informe recibió el apoyo del proyecto Humane AI Net financiado por la Comisión Europea bajo el Número de Acuerdo de Subvención: 952026.

## 6. Anexo: Orden del día y participantes

### Anexo 1: Programa del taller

09:00 – 09:20	<b>Palabras de bienvenida</b> <i>A cargo de DFKI, GSMA, Telefónica</i>
09:20 – 10:20	<b>Paisaje de la IA</b> <i>A cargo de socios de Humane AI-Net partners</i>
10:20 – 10:50	<b>Panorama normativo</b> <i>A cargo de ETNO, GSMA</i>
10:50 – 11:50	<b>Uso de la IA: Situación actual y visión a 5 años</b> <i>A cargo de los MNOs</i>
11:50 – 12:00	<b>Pausa para el café</b>
12:00 – 13:00	<b>Uso de la IA: Situación actual y visión a 5 años</b> <i>A cargo de los MNOs</i>
13:00 – 13:45	<b>Almuerzo</b>
13:45 – 15:15	<b>Programa de investigación 1: Nuevas oportunidades de negocio</b> <i>Sesión moderada</i>
15:15 – 16:30	<b>Programa de investigación 2: Aspectos políticos y reglamentarios</b> <i>Sesión moderada</i>
16:30 – 16:45	Planificación del trabajo posterior al taller
16:45 – 17:00	<b>Observaciones finales</b> <i>A cargo de DFKI, GSMA, Telefónica</i>

## Anexo 2: Participantes en el taller

Axiata	Ahmed Saady Yaamin	Virtual
O2 Germany	Iryna Dewiwje	FTF
O2 Germany	Dr. Ignacio Santabarbara	FTF
Orange	Thierry Barba	FTF
Orange	Emilie Hien	FTF
Stc	Ziyad Moraished	FTF
Stc	Albatool L. Alaqeel	FTF
Telefonica	Richard Benjamins	FTF
Telefonica	Joaquina Salado	FTF
Telefonica	Silvia Diaz Fernandez	FTF
Telenor	Ieva Martinkenaite	FTF
Telia	Efthymios Stathakis	FTF
Telstra	Lisa Green	Virtual
TIM	De Peppe Raffaele	Virtual
Turkcell	Gokce Cobansoy Hizel	FTF
Vodafone	Edward Ellerby	FTF
DFKI (Humane AI Net Project)	Paul Lukowicz	FTF
DFKI (Humane AI Net Project)	Agnes Gruenerbl	FTF
ETNO	Xhoana Shehu	FTF
German Entrepreneurship	Andreas Keilhacker	FTF
GSMA	Mojca Cargo	FTF

GSMA	Jeanine Vos	Virtual
GSMA	Mahima Dalal	Virtual
GSMA	Niall Magennis	Virtual
Jozef Stefan Institute	Marko Grobelnik	FTF
Ludwig-Maximilians-Universität München	Albrecht Schmidt	FTF

HUMANE  AI NET