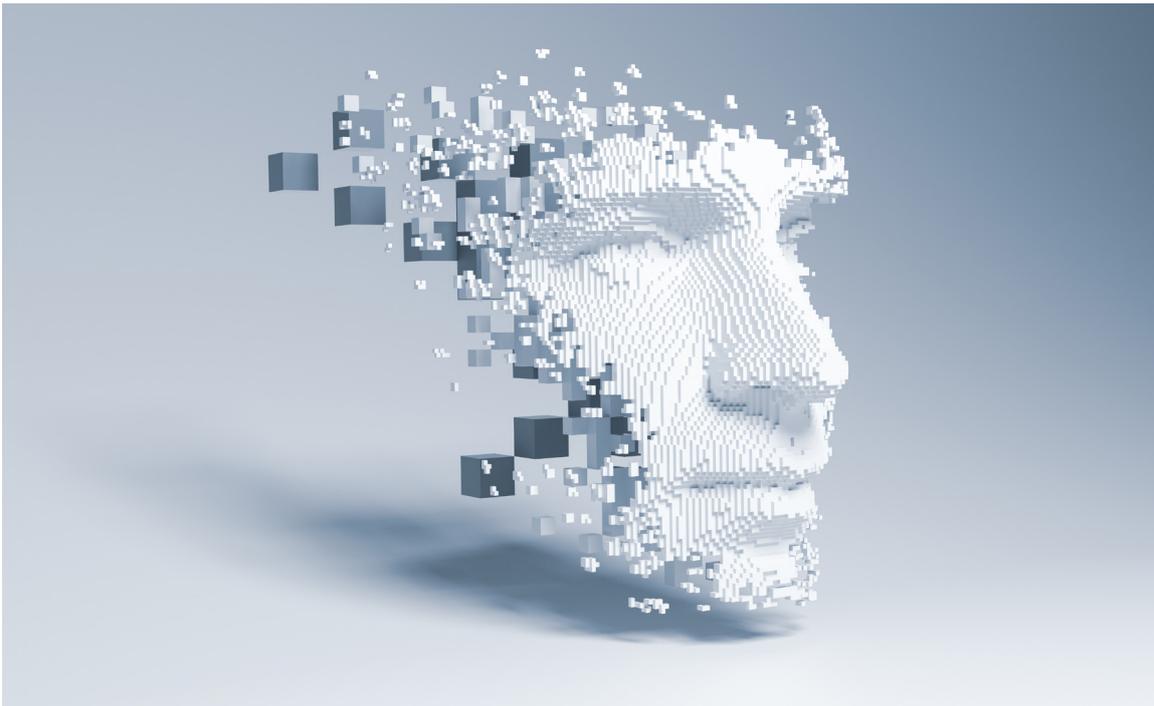


**Resumen Future Trends Forum**  
**Inteligencia Artificial**  
**en el mundo físico**



## Introducción

La última edición del Future [Trends Forum \(FTF\)](#) organizada por la Fundación Innovación Bankinter ha explorado el impacto de la **Inteligencia Artificial en el mundo físico** (en adelante, IA física), una tecnología que combina IA avanzada con sistemas físicos adaptativos capaces de interactuar con su entorno en tiempo real.

Durante el foro, expertos de todo el mundo discutieron temas como la integración de sistemas robóticos en fábricas inteligentes, la mejora de interfaces humano-robot mediante algoritmos multimodales y las oportunidades de inversión que surgen de esta convergencia tecnológica. También se reflexionó sobre los aspectos éticos y el papel de Europa como líder potencial en esta revolución tecnológica.

El Future Trends Forum se ha planteado tres objetivos principales en su análisis de esta tecnología emergente:

1. **Comprender el estado actual de la IA física** analizando los avances recientes en robótica, sistemas autónomos y dispositivos físicos, además de prever tendencias clave para los próximos 5 a 10 años.
2. **Identificar oportunidades y riesgos** examinando el impacto social, regulatorio y ético, junto con las nuevas oportunidades de negocio en sectores específicos.
3. **Desarrollar recomendaciones estratégicas** proponiendo guías para maximizar el potencial de estas tecnologías, especialmente en Europa.

La interacción entre el mundo físico y las capacidades avanzadas de aprendizaje que caracterizan a la IA física abre nuevas oportunidades tecnológicas y sociales, pero también plantea profundos desafíos filosóficos y cognitivos.

## ¿Qué es la IA Física?

La IA física, que en inglés se suele denominar **Embodied AI** (IA embebida o encarnada), representa una nueva era en la interacción entre inteligencia artificial y el mundo físico, combinando capacidades avanzadas de aprendizaje con sistemas físicos que perciben y responden a su entorno. Equipadas con sensores y cámaras, estas tecnologías recopilan y procesan datos en tiempo real, permitiendo acciones autónomas y adaptativas en un contexto físico.

### La clave: inteligencia humana y su relación con la IA

[Antonio Damasio](#), reconocido neurocientífico y Patrono de la Fundación Innovación Bankinter, destaca que la inteligencia artificial no puede replicar plenamente la inteligencia humana debido a la falta de vida biológica, homeostasis y sentimientos conscientes, elementos esenciales para la conciencia y la adaptación al entorno. Según Damasio, la conciencia surge de la interacción entre sentimientos homeostáticos, como la regulación de funciones vitales, y procesos mentales reflexivos, algo ausente en la IA actual, lo que limita su capacidad para emular las mentes humanas. Un primer paso sería que la IA pueda identificar las emociones humanas, actuando en consecuencia y [muy recientemente se han hecho anuncios en este sentido](#).



## Avances y desafíos tecnológicos

Los avances en IA están redefiniendo cómo las máquinas interactúan con su entorno y con las personas, impulsando mayor adaptabilidad a través de modelos integrados y destacando el papel del código abierto en la robótica. Este progreso plantea desafíos que requieren tanto soluciones técnicas como reflexiones éticas sobre sus implicaciones sociales y económicas.

[Jeremy Kahn](#), editor de IA en la revista [Fortune](#) y autor de [Mastering AI: A Survival Guide to Our Superpowered Future](#), destaca avances clave en la integración y adaptabilidad de modelos de inteligencia artificial:

Los **nuevos modelos de mundo único**, como [Gaia](#) de Wayve y desarrollos de [World Labs](#), combinan percepción y toma de decisiones en un único sistema, superando los enfoques tradicionales basados en subcomponentes, lo que mejora la eficiencia y generalización de las aplicaciones. En **robótica**, empresas como [Physical Intelligence](#) y [Covariant](#) desarrollan modelos fundacionales que permiten a los robots operar en múltiples entornos y realizar diversas tareas sin reentrenamiento intensivo.

Los **drones autónomos** están logrando niveles de independencia sin precedentes, con aplicaciones comerciales y militares, destacando por su capacidad de operar sin GPS y tomar decisiones autónomas. Por último, iniciativas de [Tesla](#), [Agility Robotics](#) y [Boston Dynamics](#) avanzan en el desarrollo de robots humanoides, con aplicaciones industriales y domésticas futuras, aunque aún con desafíos técnicos y sociales por resolver. Estos avances prometen transformar nuestra relación con las máquinas y expandir las posibilidades de la robótica.

## Confianza y percepción en la IA generativa

[Pilar Manchón](#), Directora de Estrategia de Investigación en IA en Google, resalta que **la percepción pública y la confianza son fundamentales para la adopción de la IA física**. En su análisis, destaca tres puntos clave:

- 1. El reto de la confianza:** según el [Barómetro de confianza de Edelman](#), los científicos y las empresas generan mayor confianza en temas relacionados con IA, mientras que gobiernos y medios de comunicación generan mayor escepticismo. Esto subraya la importancia de una comunicación transparente por parte de los desarrolladores de tecnología.
- 2. Antropomorfismo y aceptación:** Manchón defiende aprovechar la tendencia natural de las personas a antropomorfizar los sistemas de IA, lo que facilita interacciones más intuitivas y fomenta empatía hacia estas tecnologías.
- 3. Impacto social y cultural:** la IA generativa, integrada en sistemas físicos, puede incrementar la eficiencia y la creatividad, además de abordar problemas sociales como la soledad, actuando como acompañante artificial en contextos de aislamiento.

Estos avances están desdibujando las barreras entre los mundos físico y digital, abriendo nuevas oportunidades mientras plantean desafíos éticos y de regulación.

## Retos técnicos y conceptuales

La IA física se enfrenta también a grandes retos técnicos y conceptuales, especialmente en el aprendizaje, la simulación y la interacción física:

### Limitaciones en el aprendizaje y la comprensión

[Ramón López de Mántaras](#), investigador emérito en el [Instituto de Investigación en Inteligencia Artificial del CSIC](#), destaca que los sistemas de IA actuales carecen de un modelo profundo del mundo, lo que limita su capacidad de razonamiento y comprensión real. Según López de Mántaras, aunque los modelos de lenguaje generativo actuales pueden responder a preguntas basándose en patrones textuales, no entienden realmente el contexto o las relaciones causa-efecto. Para avanzar, propone dotar a los sistemas de IA de cuerpos multisensoriales que les permitan interactuar con el entorno, siguiendo enfoques como el proyecto [PLATO de DeepMind](#), inspirado en la psicología del [desarrollo de Jean Piaget](#).

### Escasez de simulaciones y modelos realistas

[Dario Floreano](#), profesor de sistemas inteligentes en [EPFL](#), resalta la falta de simuladores adecuados para entrenar robots complejos como drones bio-inspirados o robots médicos blandos. Propone crear simuladores neuronales basados en física que permitan modelar movimientos dinámicos y entornos más realistas, junto con nuevas arquitecturas de aprendizaje que integren mejor la morfología y la dinámica ambiental de los robots.

### Interacción humano-robot y uso ético

[Leila Takayama](#), experta en interacción humano-robot y vicepresidenta de diseño en [Robust.AI](#), subraya la importancia de desarrollar sistemas de IA que interactúen de forma intuitiva con los humanos. Uno de los principales desafíos, según Takayama, es encontrar un equilibrio entre la autonomía de los robots y la supervisión humana, especialmente en aplicaciones críticas como la monitorización ambiental o la lucha contra la pesca ilegal. Un ejemplo destacado es el [uso de drones autónomos en las Bahamas](#) para combatir la pesca ilegal, demostrando cómo la IA física puede abordar problemas globales mientras supera retos técnicos, como la falta de robustez en entornos complejos.

### Retos en la generación de habilidades y comprensión contextual

Los modelos actuales, [como los desarrollados por Google](#), integran visión, lenguaje y acción, pero solo reutilizan patrones aprendidos, **sin generar nuevas habilidades ni adaptarse a contextos desconocidos**. Esto evidencia la necesidad de **enfoques multidisciplinares que impulsen avances en simulación, aprendizaje autónomo y diseño de interfaces humano-robot**, abriendo oportunidades inmensas para transformar la tecnología y la sociedad.

## Aplicaciones en sectores estratégicos

La adopción de la **IA física** en el ámbito industrial está transformando la manera en que las máquinas interactúan con su entorno y con los seres humanos. Tras analizar los retos técnicos y conceptuales, se explora cómo las innovaciones en robótica avanzada están impactando directamente en la productividad, la seguridad y la sostenibilidad de sectores clave:

### Industria y robótica

#### Robótica avanzada en aplicaciones industriales

[Francesco Ferro](#), CEO de [PAL Robotics](#), destaca cómo la robótica avanzada está abordando tareas cada vez más complejas, desde la logística hasta la manufactura asistida.

Ferro identifica tres tendencias clave en la robótica industrial:

- 1. Crecimiento de los robots colaborativos:** aunque su cuota de mercado aún es menor frente a los robots industriales tradicionales, los robots colaborativos están creciendo rápidamente gracias a su capacidad de trabajar junto a humanos sin necesidad de medidas de seguridad extremas.
- 2. Desarrollo de robots humanoides:** aunque no están listos para una adopción masiva, su avance tecnológico está impulsando mejoras que impactarán otras áreas. PAL Robotics ha liderado iniciativas en este campo, como su colaboración en el proyecto [OpenDR](#), centrado en el aprendizaje profundo aplicado a la robótica.
- 3. Ética y seguridad:** la seguridad es crucial en entornos industriales dinámicos. Ferro resalta la necesidad de que los robots funcionen sin conexión a la nube para proteger la integridad de los datos y mitigar riesgos de ciberseguridad.



## Casos prácticos de implementación industrial

[Javier del Ser](#), Científico Jefe de IA en [Tecnalia](#), destaca la aplicación práctica de la IA física en sectores como la automoción y la logística. La integración de sistemas robóticos con sensores avanzados está optimizando procesos como la inspección de calidad, reduciendo tiempos y costes operativos. Un caso destacado es el **uso de robots móviles en líneas de ensamblaje automotriz**, donde tecnologías de percepción avanzada procesan datos en tiempo real, permitiendo ajustes precisos y mayor eficacia en entornos dinámicos.

## Movilidad autónoma

[Pablo Castellanos](#), Vicepresidente de Ingeniería en [Wayve](#), detalla cómo esta startup transforma la movilidad autónoma con vehículos capaces de generalizar su aprendizaje para adaptarse a diferentes entornos y tipos de vehículos. Wayve apuesta por una IA de extremo a extremo que imita el aprendizaje humano, desmarcándose de los enfoques tradicionales que separan percepción, planificación y ejecución.

### Avances tecnológicos destacados

- 1. Modelos de mundo generalizados como Gaia**, un “soñador” que predice y genera escenarios complejos en simulaciones, acelerando el desarrollo y mejorando la seguridad.
- 2. Simulación basada en datos sintéticos** con herramientas como Prism, que recrean situaciones variadas de conducción, esenciales para entrenar y validar modelos.
- 3. Explicabilidad de decisiones** con el modelo Lingo, que ayuda a entender las respuestas del vehículo, generando confianza en los usuarios.

### Retos actuales y futuros

El despliegue de vehículos autónomos tiene aún retos importantes que resolver, más allá de la tecnología:

- **Regulación y percepción pública:** aunque los sistemas autónomos actuales pueden ser más seguros que los conductores humanos en promedio, la falta de estándares regulatorios y la desconfianza del público están frenando su adopción masiva.
- **Escalabilidad:** Según Castellanos, alcanzar vehículos completamente autónomos de nivel 4 o superior todavía es un objetivo lejano. Por ahora, la empresa se enfoca en sistemas de asistencia avanzada (ADAS) como un paso intermedio hacia la autonomía plena.

## Salud y bienestar

La IA física está transformando también el sector de la salud, con aplicaciones que combinan robótica avanzada y personalización para mejorar la calidad de vida de las personas mayores y otros grupos vulnerables. Este campo integra tecnología de vanguardia con un enfoque humano, dirigido tanto a pacientes como a cuidadores, para abordar retos como la soledad, la atención personalizada y la eficiencia en entornos de cuidado.

### Robótica asistencial y personalización del cuidado

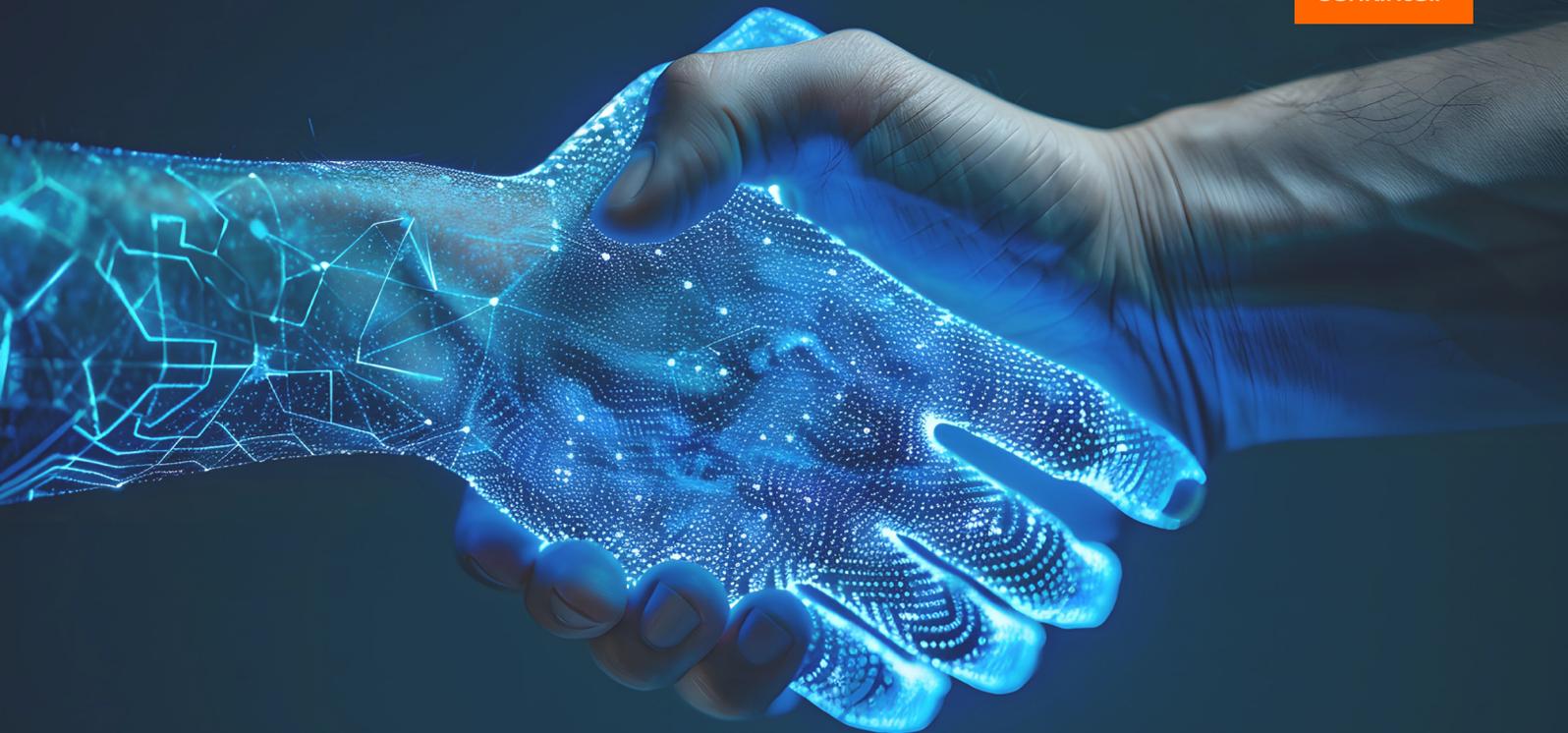
[Dor Skuler](#), fundador y CEO de [Intuition Robotics](#), presentó [EllieQ](#), un robot asistencial diseñado para mejorar la calidad de vida de las personas mayores. Este robot actúa como un acompañante social que interactúa proactivamente con los usuarios para reducir la soledad y fomentar hábitos saludables. EllieQ utiliza:

- **Interacciones multimodales:** combinando lenguaje, luces, movimientos y sonido para crear un vínculo empático con los usuarios.
- **Proactividad y personalización:** inicia conversaciones y actividades basadas en las necesidades y preferencias de los usuarios. Por ejemplo, puede sugerir recordar la medicación en función del contexto.
- **Resultados medibles:** estudios realizados en colaboración con la Universidad de Cornell y Duke muestran una mejora del 90% en la calidad de vida y una reducción significativa en la soledad.

Por su parte, [Carme Torras](#), Profesora de Investigación en el [Instituto de Robótica e Informática Industrial de Barcelona](#), comparte su trabajo en el desarrollo de robots para entornos de atención sanitaria, presentando dos aplicaciones innovadoras:

1. **Alimentación asistida:** un robot equipado con sensores y cámaras que ayuda a pacientes a alimentarse de forma segura y autónoma, que ha demostrado aliviar la carga de los cuidadores y mejorar la experiencia del paciente.
2. **Cuidado en Alzheimer:** sistema robótico interactivo que estimula cognitivamente a pacientes en centros de día, realizando tareas como juegos de memoria y actividades personalizadas, mejorando la interacción social y la atención.

Ambos expertos apuntan la importancia de la **co-creación**, trabajando con usuarios finales, cuidadores y profesionales de la salud para que estas tecnologías se ajusten a las necesidades reales. Además, subrayan los **retos éticos relacionados con la privacidad, la autonomía y la interacción emocional**, insistiendo en la necesidad de estándares claros en el diseño y uso de estos sistemas.



## Finanzas y servicios

La inteligencia artificial física está transformando el sector financiero al optimizar procesos como la gestión de riesgos, la toma de decisiones y la personalización de servicios. [Sergio Gago](#), Managing Director de IA y Computación Cuántica en [Moody's](#), describe un sistema con un "enjambre de agentes", donde múltiples modelos de IA colaboran como analistas virtuales para ofrecer recomendaciones basadas en datos históricos, análisis en tiempo real y simulaciones avanzadas.

Entre las aplicaciones destacan el **análisis de riesgos crediticios**, donde los agentes de IA evalúan riesgos de empresas que suelen quedar fuera del alcance de analistas humanos, y la creación de **carteras de inversión optimizadas** a partir de datos históricos y tendencias de mercado. **Gago** subraya la necesidad de integrar estos sistemas con modelos financieros tradicionales aprobados por reguladores, garantizando resultados interpretables y transparentes en un entorno estrictamente regulado.

Como ejemplo, se presentó un prototipo donde estos agentes de IA colaboran para responder a consultas financieras complejas en tiempo real, mostrando el potencial de la IA física para apoyar decisiones más informadas en finanzas.

## Modelos Cuantitativos a Gran Escala (LQMs)

Los [Modelos Cuantitativos a Gran Escala \(LQMs\)](#) están revolucionando la inteligencia artificial al integrar física, biología y ciencias naturales para generar conocimiento basado en leyes científicas y simulaciones, superando las limitaciones de los Grandes Modelos de Lenguaje (LLMs). Según [Fernando Domínguez](#), vicepresidente de [SandboxAQ](#), esta tecnología está transformando sectores clave como la salud, los materiales y la navegación.

**Avances en los modelos cuantitativos:** los LQMs, a diferencia de los LLMs que dependen de datos textuales, generan datos precisos mediante simulaciones científicas, mejorando la aplicabilidad de sus soluciones.

### Aplicaciones disruptivas de los LQMs

**Salud y ciencias de la vida:** en colaboración con Stanley Prusiner, SandboxAQ ha utilizado LQMs para simular moléculas clave en tratamientos de Alzheimer, reduciendo costes en 1.300 millones de dólares y acelerando el desarrollo de medicamentos en 6 años.

**Desarrollo de materiales** optimizando procesos que antes requerían años de investigación experimental.

**Sensores cuánticos** que detectan irregularidades magnéticas en tejidos humanos, facilitando diagnósticos precisos en hospitales como Mayo Clinic y Cleveland Clinic. Además, los dispositivos son portátiles y económicos, revolucionando el acceso frente a equipos tradicionales.

**Navegación sin GPS:** en colaboración con la Fuerza Aérea de EE. UU., se han desarrollado sensores magnéticos para navegación en condiciones adversas, esenciales en operaciones militares y aviación comercial donde las interferencias de GPS son comunes.

**Conexión entre el mundo digital y físico:** Domínguez resalta la sinergia entre LQMs y LLMs, donde estos actúan como interfaces que conectan simulaciones físicas con aplicaciones reales, creando un puente innovador entre los mundos digital y físico.

**Desafíos y perspectivas futuras:** aunque los LQMs deben superar retos como la escalabilidad del hardware y la integración en sistemas más amplios, presentan un potencial transformador, abriendo nuevas fronteras para la IA en áreas donde la generación de datos confiables es crítica.

## Retos éticos, sociales y económicos

La expansión de la IA física trae consigo una serie de desafíos éticos, sociales y económicos que no pueden ser ignorados. Estas tecnologías, al integrarse profundamente en nuestras vidas y sistemas, **tienen el potencial de transformar cómo trabajamos e interactuamos, y también los valores y principios que guían nuestras decisiones.** Este apartado aborda los aspectos más críticos de la ética, la regulación y la seguridad asociados con la IA física, destacando las contribuciones de los expertos en el tema.

### Ética y regulación

La regulación de la IA física requiere un enfoque ético y responsable que garantice **seguridad, transparencia y equidad.** Desde la interacción humano-máquina hasta la gestión de riesgos globales, los expertos del Future Trends Forum subrayan la importancia de establecer marcos normativos que aborden estos desafíos de manera integral:

[Iyad Rahwan](#), Director del [Centro Humanos y Máquinas de Instituto Max Planck para el Desarrollo Humano](#), subraya la relevancia de entender el comportamiento de las máquinas como un fenómeno cultural y social. Propone utilizar métodos de las ciencias del comportamiento para analizar las normas que surgen en las interacciones humano-máquina. Iniciativas como el experimento "[Moral Machine](#)" han revelado dilemas éticos que varían entre culturas, como la priorización de vidas humanas en accidentes con vehículos autónomos, evidenciando la necesidad de marcos regulatorios globales que se adapten a los contextos locales.

[Ginevra Castellano](#), Directora del [Laboratorio de Robótica Social en la Universidad de Uppsala](#), destaca que la transparencia y la confianza son esenciales para desarrollar robots sociales responsables. En proyectos como [SimAware](#), que utiliza diseño participativo para entender las expectativas de los usuarios en vehículos autónomos y robots aplicados a educación y salud, Castellano evidencia cómo la percepción pública afecta la adopción de estas tecnologías. Esto subraya la necesidad de incorporar valores éticos desde las primeras etapas del diseño.

[Gadi Evron](#), CEO de [Knostic](#), analiza los riesgos de privacidad y seguridad en la integración de la IA en sistemas empresariales y sociales. Señala cómo herramientas como los modelos de lenguaje pueden ser utilizadas para violaciones de seguridad y manipulación de datos. Entre los ejemplos destaca el "jailbreaking" en sistemas de IA y la preocupación creciente por la privacidad del conocimiento, especialmente en entornos corporativos, donde la fuga de datos confidenciales puede generar consecuencias graves.

[Shahar Avin](#), Investigador en el [Centro para el Estudio del Riesgo Existencial de la Universidad de Cambridge](#), apunta los riesgos catastróficos asociados a la IA física, especialmente por la integración de sistemas digitales y físicos, lo que amplía la vulnerabilidad. Subraya la necesidad de establecer una regulación internacional para prevenir el uso indebido de esta tecnología en infraestructuras críticas o sistemas armamentísticos, advirtiendo que la falta de colaboración global constituye un obstáculo crucial para garantizar su desarrollo seguro.

## Impacto laboral y formación

La transformación que la IA física está generando en el mercado laboral es profunda, **impactando tanto en las habilidades requeridas como en las oportunidades de empleo en diversos sectores**. A medida que la tecnología avanza, aparecen riesgos y oportunidades para trabajadores y organizaciones. Los expertos del FTF han analizado cómo la automatización y la capacitación pueden transformar la dinámica del trabajo.

### Transformaciones del mercado laboral

[David Dorn](#), profesor de Economía en la [Universidad de Zúrich](#), analiza el impacto de la adopción de la inteligencia artificial física en el mercado laboral, destacando que afecta principalmente a ocupaciones de ingresos medios, como operadores de fábricas y personal administrativo, donde las tareas son estructuradas y bien definidas. Sin embargo, los avances recientes están alcanzando también empleos de ingresos bajos, tradicionalmente difíciles de automatizar debido a habilidades como el reconocimiento visual y la comunicación verbal.

Dorn plantea tres escenarios clave para entender el impacto de la IA física en el trabajo:

- 1. Automatización de tareas específicas:** en lugar de reemplazar empleos completos, la IA física elimina tareas individuales, obligando a los trabajadores a adaptarse a nuevas funciones. Un ejemplo es la introducción de cajeros automáticos, que permitió a los empleados bancarios enfocarse en servicios personalizados.
- 2. Complemento tecnológico:** la IA incrementa la productividad humana y permite a las empresas redirigir recursos hacia la innovación, beneficiando especialmente a empleos de alta cualificación.
- 3. Redistribución económica:** la mayor productividad derivada de la IA genera recursos para crear nuevos roles en sectores emergentes, aunque la velocidad del cambio puede desestabilizar a la sociedad si no se acompaña de políticas públicas adecuadas.



[Thomas Hurd](#), fundador de [Zeki Data](#), expone el papel crítico de los grandes actores tecnológicos en la atracción y retención de talento global. Según sus datos, Europa se enfrenta a retos únicos para escalar en tecnologías emergentes debido a una menor consolidación en sus ecosistemas industriales, aunque tiene una ventaja en la cercanía entre universidades y pequeñas empresas de tecnología profunda (deep tech).

### Estrategias para la capacitación de talento

[Sonia Chernova](#), profesora en el [Georgia Tech](#), explica la importancia de estrategias de capacitación adaptadas a una fuerza laboral diversificada. Según explica, la personalización será fundamental en la formación del futuro, destacando ejemplos como:

**Programas de reentrenamiento específicos:** reubicar a trabajadores en roles cercanos a sus competencias actuales es más eficiente y menos costoso que una recalificación completa.

**Educación continua impulsada por IA:** herramientas basadas en IA permiten a empleados con menor experiencia aprender de datos generados por colegas más experimentados, reduciendo desigualdades y mejorando el acceso a empleos cualificados.

**Chernova** también aboga por el **diseño inclusivo desde el inicio de proyectos de IA**, fomentando equipos multidisciplinares que garanticen tecnologías alineadas con las necesidades reales de los usuarios finales.



## Inversión y competitividad

La IA física está atrayendo una inversión masiva debido a su capacidad para transformar sectores clave como la robótica y la salud. Los avances en modelos generativos, hardware y aplicaciones específicas están impulsando una competencia global, destacando las contribuciones de actores clave como Estados Unidos y China, estando Europa algo descolgada en inversión y número de iniciativas.

### Tendencias en la inversión en IA

[Eden Shochat](#), Socio en [Aleph](#) y patrono de la Fundación, nos cuenta cómo la IA se ha convertido en una prioridad estratégica para los inversores, con un tercio de los acuerdos en tecnología centrados en IA. **Shochat** destaca que las empresas que no adoptan IA de manera importante tienden a perder competitividad.

Entre las tendencias clave señaladas:

- 1. Escasez de recursos tecnológicos:** la escasez de talento, datos y GPUs limita el crecimiento en IA. Compara el rendimiento de Nvidia con Bitcoin, demostrando cómo la demanda de hardware especializado está impulsando mercados adyacentes.
- 2. Avances en modelos generativos:** Shochat destaca el caso de un modelo que aprende las reglas del juego Minecraft observando videos, lo que ilustra el potencial de la IA para aprender y generalizar como un humano. Sin embargo, reconoce las barreras legales y comerciales para comercializar estos modelos.
- 3. Impacto geopolítico:** la estricta regulación en Europa está frenando el crecimiento en comparación con Estados Unidos y China, donde la inversión en IA es mucho mayor.

### Oportunidades y desafíos en la robótica

[Jordan Sun](#) presenta una visión complementaria desde su experiencia en [SoftBank Robotics](#), destacando cómo la inversión en robótica está evolucionando hacia un enfoque más centrado en resolver problemas específicos. Sun identifica tres fases de la inversión en robótica:

- 1. Fase tradicional:** dominada por actores como FANUC y ABB, centrados en robots industriales en fábricas altamente centralizadas.
- 2. Resurgimiento de la inversión en 2020:** impulsado por avances en modelos generativos, reducción de costes de componentes y mayor interés en aplicaciones específicas como logística y agricultura.
- 3. Nuevos modelos de negocio:** Sun destaca conceptos como "robots como servicio" (RaaS), donde los robots se alquilan para reducir barreras de adopción y facilitar el acceso a empresas más pequeñas.

### Perspectivas para el futuro

Ambos expertos coinciden en que la inversión en IA y robótica requiere enfoques estratégicos adaptados a las características únicas de estas tecnologías:

- **Shochat** enfatiza la necesidad de modelos financieros más flexibles, incluyendo la exploración de asociaciones público-privadas para facilitar la escalabilidad en sectores como la agricultura y la logística.
- **Sun** subraya la importancia de construir una ventaja competitiva mediante la monetización de datos y la integración vertical en hardware y software, especialmente en un entorno donde los modelos generativos y los sistemas embebidos están redefiniendo la dinámica del mercado.



### Perspectivas políticas y la soberanía en IA

El control de la inteligencia artificial es esencial para garantizar la competitividad y la independencia tecnológica de las naciones. **La soberanía en IA requiere tanto el desarrollo de tecnologías propias como políticas que equilibren control, innovación y colaboración internacional.** [David Shrier](#), profesor en el [Imperial College London](#), y Jordan Sun, experto ya mencionado, ofrecen enfoques clave sobre estos retos.

**Modelos colaborativos y soberanía tecnológica:** David Shrier sugiere crear una infraestructura paneuropea de software de código abierto similar al modelo de Airbus, que permita la colaboración entre países, fomente la innovación regional y reduzca la dependencia de empresas externas. Resalta la importancia de las asociaciones público-privadas para financiar estas iniciativas, destacando ejemplos en Dinamarca y Suiza, donde los gobiernos colaboran con el sector privado mediante incentivos fiscales y apoyo a infraestructuras de IA.

**IA como arma geopolítica:** Jordan Sun compara la importancia estratégica de la IA con las carreras armamentísticas del pasado, subrayando el liderazgo de China y Estados Unidos gracias al dominio de modelos fundacionales, servicios en la nube y talento especializado. Enfatiza que la soberanía tecnológica no solo implica poseer tecnología avanzada, sino evitar dependencias críticas hacia otros países, abogando por ecosistemas que permitan adaptar y desarrollar sistemas de IA localmente para mitigar vulnerabilidades históricas.

# Reflexiones y recomendaciones

El Future Trends Forum sobre IA física ha ofrecido un espacio para explorar avances y aplicaciones y ha sido una plataforma para reflexionar sobre el futuro y generar propuestas concretas. A principios de 2025, la Fundación Innovación Bankinter publicará el informe sobre IA física, que contendrá las recomendaciones finales que elaboraremos junto con los expertos participantes en esta edición.

## Reflexiones Clave

### 1. La importancia del factor humano:

Los sistemas de IA física deben diseñarse con un enfoque en las necesidades y valores humanos. La aceptación y la confianza son claves para su adopción. La integración debe evitar la deshumanización en interacciones clave, especialmente en sectores como la salud y el cuidado.

### 2. Innovación equilibrada con regulación:

Es esencial lograr un equilibrio entre regulación e innovación. La regulación no debe inhibir el desarrollo; debe garantizar la seguridad y la equidad.

### 3. Colaboración interdisciplinaria:

Las aplicaciones exitosas de la IA física dependen de la cooperación entre ingenieros, psicólogos, reguladores y diseñadores.

## Recomendaciones Estratégicas

### 1. Para los desarrolladores de tecnología:

Diseñar sistemas que prioricen la transparencia y la accesibilidad, asegurando que la IA complemente las habilidades humanas y no las reemplace. Adoptar modelos modulares que faciliten la adaptación de tecnologías a diferentes contextos.

### 2. Para los reguladores y gobiernos:

Establecer marcos regulatorios internacionales armonizados para fomentar la innovación y garantizar estándares éticos y de seguridad. Promover programas de capacitación para reguladores que permitan comprender mejor las tecnologías emergentes y sus implicaciones.

### 3. Para la educación y la sociedad:

Reformular los modelos educativos para incorporar disciplinas interconectadas que preparen a las generaciones futuras para interactuar con la IA física. Diseñar programas de formación continua para actualizar las habilidades de la fuerza laboral existente.

### 4. Para las empresas y la industria:

Invertir en investigación y desarrollo que priorice el impacto social positivo. Colaborar con startups y universidades para acelerar la transferencia de conocimiento y la implementación práctica de soluciones.

A dark blue background featuring a complex network of white lines and dots, resembling a molecular or digital structure. The lines connect various nodes of different sizes, creating a web-like pattern that fills the entire frame.

**fundación  
innovación  
bankinter.**