

# REVISTA DE PRIVACIDAD Y DERECHO DIGITAL

DIRECTOR • D. PABLO GARCÍA MEXÍA

BLANCA RODRÍGUEZ-CHAVES MIMBRERO  
CARTA DEL DIRECTOR

PALOMA SÁNCHEZ  
DIFICULTADES EN LA MEDICIÓN DE LA INNOVACIÓN. LA IMPORTANCIA DE LOS INTANGIBLES  
*Challenges in Measuring Innovation: The Importance of Intangible Assets*

ÁNGEL GÓMEZ DE ÁGREDA  
EL PAPEL DE LA REGULACIÓN TECNOLÓGICA EN UN MUNDO DE CONVULSIONES GEOPOLÍTICAS  
*The Role of Technological Regulation in a World of Geopolitical Upheaval*

JORGE VILLARINO Y ALFONSO GONZÁLEZ DE LEÓN  
“SOBERANÍA TECNOLÓGICA”, “AUTONOMÍA ESTRATÉGICA”... ¿CONTROL POLÍTICO?  
“Technological Sovereignty”, “Strategic Autonomy”... or Political Control?

JESÚS BANEGAS NÚÑEZ  
INNOVACIÓN, NO SOLO TECNOLÓGICA, PIEDRA FILOSOFAL DE LA PROSPERIDAD  
*Innovation—Beyond Technology—as the Philosopher's Stone of Prosperity*

PABLO GARCÍA MEXÍA  
IA, EUROPA, ESPAÑA Y EL DILEMA REGULACIÓN-INNOVACIÓN  
*AI, Europe, Spain and the Regulation-Innovation Dilemma*

LUIS BOUZA GARCÍA  
LA CONSTRUCCIÓN DEL DILEMA ENTRE INNOVACIÓN-REGULACIÓN EN LA NARRATIVA DE LAS BIG TECH: UNA LECTURA CRÍTICA DE LA CORREGULACIÓN TECNOLÓGICA  
*Constructing the Regulation-Innovation Dilemma in Big Tech Narratives: A Critical Reading of Tech Co-regulation*

ALONSO RODRÍGUEZ NAVARRO  
INNOVACIONES DISRUPTIVAS Y POLÍTICA CIENTÍFICA: EL ESTANCIAMIENTO DE EUROPA  
*Disruptive Innovation and Political Science: Europe's Stagnation*



---

## **IA, EUROPA, ESPAÑA Y EL DILEMA REGULACIÓN-INNOVACIÓN (\*)**

### **AI, EUROPE, SPAIN AND THE REGULATION– INNOVATION DILEMMA**

**Por PABLO GARCÍA MEXÍA, PHD.**

*Codirector del Posgrado en Privacidad, sociedad digital e Inteligencia artificial (UAM).*

*Letrado de las Cortes Generales.*

*Director de Derecho digital (Herbert Smith Freehills Kramer)*

---

(\*) Este artículo se recibió el 3 de junio de 2025 y fue aceptado tras revisión, el 7 de julio de 2025.

REVISTA DE

# **PRIVACIDAD Y DERECHO DIGITAL**

## RESUMEN

La inteligencia artificial está considerada como una “tecnología de uso general”, al modo de la electricidad o de Internet. A la vista de sus riesgos, el mundo entero está procediendo a su regulación. El modelo europeo es particularmente importante, por cuanto aspira a convertirse en paradigma global (como sucedió en la regulación europea de otras tecnologías digitales). Este artículo pretende explicar las dificultades de Europa para reducir su distancia respecto de los líderes hegemónicos en digital e IA, que son los EEUU y China, a partir del modelo regulatorio que viene siguiendo. Sin eludir las posibles alternativas en el plano de la regulación, el trabajo expone las medidas que la UE está adoptando al hilo del mandato de la Comisión iniciado en el otoño de 2024. Y concluye describiendo las singularidades de España en estos campos, al tiempo que proponiendo iniciativas que fortalezcan nuestras debilidades en innovación.

---

**PALABRAS CLAVE:** *Inteligencia artificial (IA), tecnología de uso general, Unión Europea (UE), regulación digital, Reglamento de IA (AI Act), innovación, competitividad, avance digital, soberanía tecnológica, autonomía estratégica, Estados Unidos, China, Comisión Europea, España, liderazgo digital, geopolítica, geoeconomía, defensa.*

---

## ABSTRACT

*Artificial intelligence is considered a “general-purpose technology”, akin to electricity or the Internet. Given its risks, the entire world is moving toward its regulation. The European model is particularly significant, as it aspires to become a global paradigm (as occurred with the European regulation of other digital technologies). This article aims to explain Europe’s struggle in narrowing the gap with the digital and AI hegemonic leaders—namely the United States and China—based on the regulatory model it has been pursuing. While tackling possible alternatives in the regulatory sphere, the paper outlines the measures being adopted by the EU under the mandate of the Commission that began in the fall of 2024. It concludes by describing Spain’s specific situation in these fields, while also proposing initiatives to address its weaknesses in innovation.*

**KEYWORDS:** Artificial intelligence (AI), general-purpose technology, European Union (EU), digital regulation, AI Act, innovation, competitiveness, digital advancement, technological sovereignty, strategic autonomy, United States, China, European Commission, Spain, digital leadership, geopolitics, geoconomics, defense.

---

*El hombre cayó de su estado de inocencia y de su reino sobre las criaturas por causa del pecado. Sin embargo, una y otra cosa pueden repararse en parte en esta vida: la primera mediante la religión y la fe; la segunda mediante las artes y las ciencias, pues la maldición no ha tornado a la criatura completamente rebelde hasta el extremo. (Francis Bacon [1620], *La Gran Restauración* [*Novum Organum*], Libro Segundo, LII).*

## SUMARIO

### I.- LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO "TECNOLOGÍA DE USO GENERAL"

### II.- LA REGULACIÓN DE LA IA COMO REMEDIO FRENTE AL RIESGO

#### II.1.- SÍNTESIS DE LOS RIESGOS DERIVADOS DE LA IA

#### II.2.- LA REGULACIÓN DE LA IA. PANORAMA GLOBAL

#### II.3.- EL MODELO EUROPEO: EL REGLAMENTO EUROPEO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

#### II.4.- VALORACIONES CRÍTICAS ACERCA DEL MODELO REGULATORIO EUROPEO

### III.- ESPAÑA, TECNOLOGÍA DIGITAL, IA E INNOVACIÓN

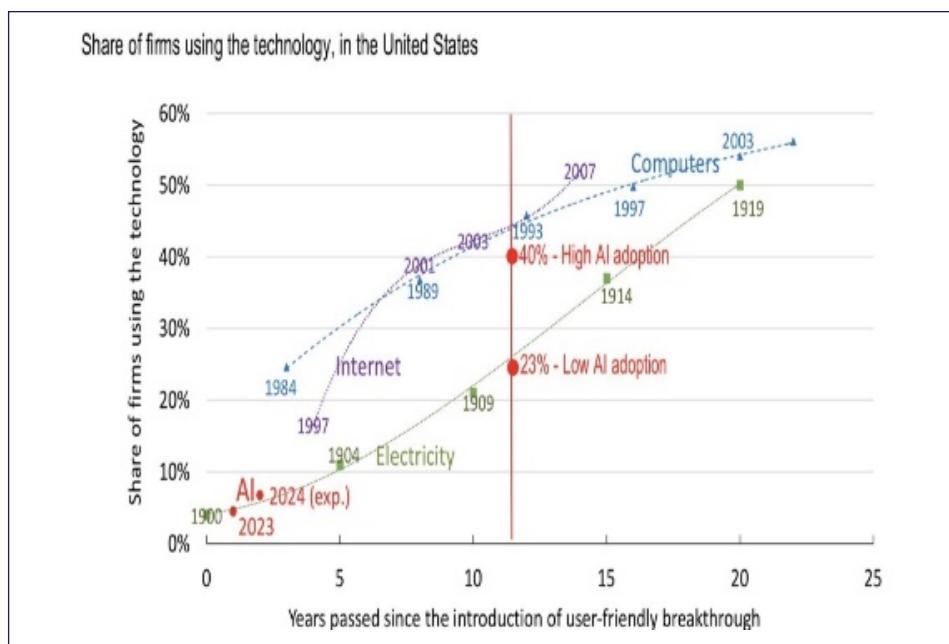
### IV.- EPÍLOGO

### V.- BIBLIOGRAFÍA

## I.- LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO “TECNOLOGÍA DE USO GENERAL”

Un concepto clave para entender la escena digital mundial de nuestros días es el de “tecnologías de uso general”. En un estudio de 2024, la OCDE identificaba las más importantes de los siglos XX y XXI: electricidad, computación, internet e inteligencia artificial.<sup>1</sup> Todas ellas se muestran en la figura nº1.

**Figura nº 1. Comparación del itinerario de adopción futura de la IA con el de las tecnologías de uso general anteriores (EE.UU.).**



Fuente: Filippucci, F., P. Gal and M. Schief (2024).

<sup>1</sup> Emplearemos indistintamente en este trabajo la fórmula “inteligencia artificial” y sus siglas “IA”.

Viendo estos ejemplos, es claro que estamos ante tecnologías que hacen posibles casi todas las demás. En palabras de Aghion et al. (2021, 42), se trata de tecnologías que alteran toda la economía y que se caracterizan por tres propiedades fundamentales: en primer lugar, generan sucesivas oleadas de innovaciones secundarias, cada una de las cuales corresponde a la adaptación de la tecnología de uso general en cuestión a un sector específico de la economía. En segundo lugar, estas tecnologías se perfeccionan, lo que permite que su coste para los usuarios disminuya con el tiempo. En tercer lugar, son omnipresentes, es decir, se extienden a todos los sectores de la economía.

Por cierto que la inclusión de la inteligencia artificial en este elenco sirve para algo más. Sirve para señalizar una idea que sigue en nuestros días sin ser generalizadamente clara, como es la de que “la inteligencia artificial está aquí para quedarse”. Como vemos, así lo piensa la OCDE, lo que quizá debiera bastar a quienes aún lo dudan.

EEUU y China lideran hegemónicamente las dos tecnologías de uso general más características de nuestro tiempo. EEUU domina internet: 61 de las 100 mayores empresas tecnológicas del mundo son estadounidenses, frente a 10 chinas y nueve de la Unión Europea, sus inmediatas seguidoras.<sup>2</sup>

Conjuntamente, los EEUU y China ejercen esa misma hegemonía sobre la inteligencia artificial. Así lo prueban datos de diciembre de 2024 del Emerging Tech Observatory de la Universidad de Georgetown, referidos a los diez últimos años. Sigue en investigación, pues los trabajos chinos y estadounidenses, con más de 26 millones de citas, reúnen casi el mismo número que la suma de las de los trabajos de investigación de los 25 países que les siguen (ver figura nº 2).

---

2

[Largest tech companies by market cap](#), consultado 15 de mayo de 2025.

**Figura nº 2: Los diez mayores países del mundo en investigación sobre IA.**

Country	↓ Articles	Articles with international collaboration	% articles with international collaboration	Citations	% article growth 2019-2022	% article growth 2014-2022
China (mainland)	639,203 #1	128,925 #2	20.17 #191	10,621,286 #2	79.58 #78	252.7 #78
United States	397,674 #2	150,737 #1	37.9 #169	15,556,617 #1	21.77 #136	149.99 #103
India	219,867 #3	34,382 #7	15.64 #192	1,988,937 #6	150.59 #42	413.41 #48
United Kingdom	119,160 #4	73,136 #3	61.38 #91	4,588,132 #3	34.9 #125	162.44 #93
Germany	103,388 #5	44,628 #4	43.17 #155	2,833,855 #4	43.84 #115	138.97 #111
Japan	88,173 #6	23,709 #10	26.89 #184	1,033,700 #15	19.87 #138	75.69 #129
France	71,492 #7	35,920 #5	50.24 #128	1,431,225 #8	21.87 #135	57.22 #135
Italy	64,924 #8	29,052 #9	44.75 #149	1,274,072 #9	57.43 #102	146.37 #106
Canada	64,767 #9	34,869 #6	53.84 #120	2,221,186 #5	44.1 #114	160.78 #96
South Korea	64,371 #10	18,140 #14	28.18 #181	1,246,519 #10	81.92 #74	187.86 #86

Fuente: Georgetown University, Emerging Tech Observatory, 2024, <https://cat.eto.tech/?countryGroups=Europe%2CNorthern+America%2CAsia+Pacific%2CAfrica%2CLatin+America+and+the+Caribbean%2COceania&expanded=Summary-metrics%2CTop-ten-organizations>

También ocurre así en patentes concedidas en los diez últimos años, pues con 224.000 entre los dos países, suman más de cuatro veces más que el resto del mundo junto (figura nº 3).

**Figura nº 3. Los diez mayores países del mundo en patentes sobre IA.**

Country of first filing	↓ Patent applications #1	Patents granted #1
China (mainland)	364,725 #1	170,756 #1
United States	71,919 #2	54,122 #2
South Korea	34,591 #3	23,069 #3
Japan	21,176 #4	14,622 #4
Germany	4,531 #5	2,143 #7
Canada	4,244 #6	2,228 #6
Australia	4,101 #7	2,862 #5
United Kingdom	2,891 #8	1,325 #9
Taiwan	2,556 #9	2,123 #8
France	1,215 #10	805 #11

Fuente: Georgetown University, Emerging Tech Observatory, 2024, <https://cat.eto.tech/?countryGroups=Europe%2CNorthern+America%2CAsia+Pacific%2CAfrica%2CLatin+America+and+the+Caribbean%2COceania&expanded=Summary-metrics%2CTop-ten-organizations>

Igualmente en financiación de startups dedicadas a la inteligencia artificial: entre los EEUU y China recaudaron en los diez últimos años más de 860.000 millones de dólares, más del doble que todos los demás países del mundo juntos (figura nº 4).

**Figura nº 4. Los diez mayores países del mundo en financiación de startups dedicadas a la IA.**

Country	↓ Companies 	Number of investments received 	Investment received (disclosed value in millions USD) 	Investment received (estimated total value in millions USD) 
United States	10,694 #1	69,991 #1	423,423 #1	763,758 #1
China (mainland)	2,100 #2	9,181 #3	64,142 #2	97,482 #2
United Kingdom	1,829 #3	9,237 #2	24,178 #4	39,478 #4
India	1,147 #4	5,474 #4	35,691 #3	57,201 #3
Canada	950 #5	5,060 #5	14,004 #6	39,069 #5
Germany	864 #6	4,131 #6	10,383 #8	19,591 #9
Israel	675 #7	4,043 #7	15,603 #5	25,572 #8
South Korea	639 #8	3,248 #9	8,642 #11	14,755 #12
France	633 #9	3,097 #10	10,939 #7	26,839 #7
Japan	546 #10	3,506 #8	7,213 #12	10,369 #15

Fuente: Georgetown University, Emerging Tech Observatory, 2024, <https://cat.eto.tech/?countryGroups=Europe%2CNorthern+America%2CAsia+Pacific%2CAfrica%2CLatin+America+and+the+Caribbean%2COceania&expanded=Summary-metrics%2CTop-ten-organizations>

La irrupción de DeepSeek, el ya bien conocido modelo de IA chino, entrenado con apenas seis millones de dólares, y rendimiento comparable al de los modelos líderes estadounidenses, no hace sino acentuar esta hegemonía. Eso sí, es aún pronto para calibrar si el ahorro de energía de este modelo es realmente el que inicialmente se ha predicho (análisis preliminares de MIT lo dudan). También si, gracias a operar con código abierto, terminará por ofrecer oportunidades más allá de Silicon Valley para desarrollar modelos propios, a presupuestos que no exijan cientos de millones de dólares. O para ponderar su resistencia a ciberataques. Lo que de momento sí resulta claro es que datos de ciudadanos occidentales, europeos en particular, no deben alojarse en China, a pleno alcance de sus nada democráticas autoridades (cosa que a su vez y por supuesto debe darse por garantizada, pues acreditada ha quedado la docilidad de DeepSeek a las leyes de ese país).<sup>3</sup>

## II.- LA REGULACIÓN DE LA IA COMO REMEDIO FRENTE AL RIESGO

No se puede negar que la inteligencia artificial presenta riesgos muy serios. Aunque muy someramente, se exponen a continuación.

### II.1.- SÍNTESIS DE LOS RIESGOS DERIVADOS DE LA IA

Desde una perspectiva general, tales riesgos permiten una doble clasificación. En primer lugar tendríamos los de naturaleza tecnológica, es decir, los derivados del hecho de que, como es obvio, la IA no constituye otra cosa que una tecnología o, si se quiere, una familia de tecnologías. El riesgo tecnológico se plasma de un modo muy tangible e incluso espectacular hasta en el gran público, en lo que se ha venido en denominar alucinaciones, es decir, en el hecho de que la IA, debido a su particular funcionamiento, genera con relativa frecuencia, al

---

<sup>3</sup> Cfr. [How DeepSeek ripped up the AI playbook—and why everyone's going to follow it](#) | MIT Technology Review, consultado 31 de enero de 2025.

menos en su actual estadio de evolución, inexactitudes.<sup>4</sup> En el fondo, esto deriva de que la inteligencia artificial, a diferencia de lo que a menudo se cree, y pese a su misma denominación, no es en modo alguno *inteligente*, cuando menos si tenemos en cuenta que la inteligencia en el ser humano se compone de diversas “funciones psíquicas” (desde Carl Jung, y como San Miguel de Pablos [2025, 117] apunta, el propio pensamiento, la sensación, el sentimiento y la intuición). En el mejor de los casos, pues, la IA solo opera con una de tales funciones, el pensamiento. Y aun así, su “pensamiento” se limita a calcular, con arreglo a pautas de probabilidad; y, como Han (2021, 57-58) explica, lo hace con arreglo a meras “correlaciones” que ignoran el “por qué suceden” las cosas, lejos de “la causalidad, que establece una necesidad” y del “concepto, que capta la conexión” entre las cosas y que hace posible la “comprensión”, es decir, “el saber en sentido propio”. Cálculo que en el caso de la IA generativa, se refiere a la de que una determinada palabra sea la que procede emplear en el correspondiente contexto, todo ello, eso sí, en intervalos temporales enormemente cortos. La alucinación surgirá, pues, cuando el cálculo de probabilidad yerra, cosa que, cuando a su vez la IA generativa opera, no en términos de lenguaje matemático, sino de lenguaje humano o natural, hoy por hoy no es en absoluto extraño que suceda. En este mismo sentido, un influyente estudio del estadounidense National Technology Council (2016, 33) se planteaba cómo dotar a estas máquinas de “sentido común”, dando obviamente a entender que carece de él.

También en el contexto del riesgo tecnológico, cabe situar el referido al medio ambiente, puesto que una de las características clave de la inteligencia artificial es su inmensa voracidad en el consumo de datos, que no solo han explicado su fulgurante desarrollo en los últimos años y su correspondiente extensión, al conjunto de la sociedad, sino que también están en la base de su propio entrenamiento. La inteligencia artificial aprende (Latorre 2019, 102 y ss.), se trata por ello de una tecnología que, de alguna manera, y si se admite la expresión, “adquiere vida propia”, más allá de la que incluso muchas veces sus propios diseñadores puedan imaginar. Y ese aprendizaje se produce

---

4 Pocas exposiciones tan clarividentes y a la vez rigurosas acerca de esta cuestión como la del profesor de la Universidad de Barcelona Oriol Pujol, uno de los grandes líderes mundiales en IA. Puede manejarse en la obra García Mexía y Pérez Bes, eds. (2021, 17-51).

merced, insisto, al entrenamiento, que a su vez es posible gracias al suministro de esas ingentes cantidades de información en forma de datos digitalizados. Todo ello se lleva a cabo con arreglo a procesos de computación de alta capacidad, que consumen grandes cantidades de energía y que por ello mismo pueden llegar a comprometer seriamente los recursos medioambientales.<sup>5</sup>

El segundo bloque de riesgos de la IA deriva de su propio uso, de la actividad, bien pública, bien privada, bien de otra índole, que con ella se lleve a cabo. En este sentido, un uso indebido puede redundar en el deterioro de la imagen pública de un ente de esta naturaleza, o en un importante desdoro reputacional, en el supuesto de que nos encontramos ante entidades de índole empresarial o del tercer sector. Los ejemplos pueden ser múltiples, aunque quizá los más evidentes son los que derivan del riesgo legal.

En efecto, el riesgo legal o jurídico es el relacionado con la quiebra de normas de esta misma naturaleza, que la IA, muy especialmente la IA generativa, puede causar. Un riesgo que, como es obvio en todos los legales, puede generar la correspondiente responsabilidad derivada de normas, así como las sanciones en su caso aplicables.

El primero es sin duda la seguridad, derivada de que, por desgracia, agentes criminales de alta sofisticación, que ya venían operando en el entorno digital desde hace décadas, han comenzado como era de esperar a hacerlo también, con el empleo de la inteligencia artificial. Es claro el posible resultado, en forma de daños a redes o sistemas, aunque también daños que se materializan en los denominados *deep-fakes*, también detectados, como es sabido, con anterioridad a la generalización de la IA, pero que con esta puede llegar a alcanzar grados de sofisticación inconcebibles hasta hace poco, hasta el punto de que en muchas ocasiones no es posible detectar suplantaciones de identidad o desinformación que pueda diseminarse en Internet. Es claro también que la IA está siendo utilizada crecientemente por agentes

---

5 Un estudio pionero realizado por investigadores de la empresa Hugging Face y la Universidad Carnegie Mellon lograba por primera vez cuantificar el alto consumo energético derivado, no solo del entrenamiento de los modelos fundacionales, sino también de su empleo por simples usuarios finales. Así, generar una imagen utilizando un potente modelo de IA consume tanta energía como cargar completamente un teléfono móvil (Luccioni, Jernite, Strubell 2023, 5).

criminales para generar daños de índole económica; fraudes, como los derivados de suplantación de identidad que generan estafas, son ahora perpetrados por criminales que suplantan voces e incluso estas combinadas con imágenes, lo que por ejemplo les permite hacerse pasar por directivos de empresas a efectos de generar desvíos de fondos. Sobra explicitar la gravedad de estas cuestiones.

Un segundo bloque de riesgos, ya detectado hace algunos años al hilo de la llamada inteligencia artificial analítica, es decir, la meramente centrada en el tratamiento, por así decir “inteligente” de información, y que ha constituido el precedente de la IA generativa, es por supuesto la privacidad. Esta y la inteligencia artificial pueden de algún modo considerarse, si se admite la expresión, “agua y aceite”, puesto que si la IA se nutre de ingentes cantidades de datos, y aunque solo fuera por esta razón, la privacidad se construye a su vez, entre otros principios, sobre el de minimización de los tratamientos y el de exactitud de los datos. El primero debe llevar a conservar información personal en tanto, y en cuanto resulte relevante para los fines que dan vida al correspondiente tratamiento, mientras que la minimización de datos obliga a tratar exclusivamente aquellos que sean estrictamente necesarios para llevar a cabo el fin pretendido. Hasta ahora, la inteligencia artificial, especialmente la generativa, no ha sido, como mínimo, especialmente respetuosa de estos principios, como tampoco de otro nuclear en la legislación de datos aplicable en Europa y en España, el principio de consentimiento.

Otro muy notable riesgo legal de la inteligencia artificial, en especial la generativa, es la quiebra de los derechos de autor, fundamentalmente por el hecho de que el entrenamiento de estas máquinas, al menos en sus inicios, hace algunos años, se ha llevado a cabo mediante el uso de contenidos protegidos por tales derechos. Muy relacionado con este es el riesgo derivado del uso no autorizado de derechos de propiedad industrial, como pueden ser marcas, o bien derechos relacionados con ellos, como el de protección de los secretos empresariales; la quiebra de tales derechos puede claramente derivar de su por así decir “vertido” en alguna de estas máquinas, con lo que la interdicción de su reproducción no autorizada, en el primer caso, o su custodia, en el segundo, podrían quedar gravemente en entredicho.

Un riesgo jurídico más es el de naturaleza contractual, por cuanto la industria de la inteligencia artificial – como más adelante documentaremos - se encuentra en nuestros días, dominada por pocos actores. Es claro que algunos de entre ellos tienen, pues, un alto poder de negociación contractual frente a sus potenciales usuarios, lo cual puede generar evidentes desequilibrios en los contratos que entre ambas partes se celebren.

Finalmente, otro riesgo de naturaleza legal, también este detectado desde hace algunos años, con la primera generalización de algoritmos de inteligencia artificial analítica, es la falta de transparencia. Esta da a su vez lugar a potenciales discriminaciones, derivadas de los muy conocidos sesgos que, en la medida en que resultan consustanciales a la propia naturaleza humana, que obviamente diseña estas tecnologías, pueden a su vez generar discriminaciones. A estas alturas resultan proverbiales, ejemplos como el del sistema de crédito basado en inteligencia artificial de la empresa Apple, que concedía eso, mayor crédito, al esposo de una pareja matrimonial estadounidense, por el mero hecho de ser hombre, cuando su esposa generaba mayores ingresos económicos. El riesgo de falta de transparencia, por otro lado, puede también producirse en la gestión del personal de entes públicos o de empresas, pues es claro que el comportamiento de las personas puede variar, en función de que se sea consciente de que se trata con otro ser humano, o de que, por el contrario, se esté haciendo con una máquina regida por inteligencia artificial.

## II.2.- LA REGULACIÓN DE LA IA. PANORAMA GLOBAL

La relevancia de tales riesgos explica que llevemos algunos años siendo conscientes de la necesidad de hacerles frente. Autores como Suleyman y Bhaskar (2023, p. 272-317) sugieren soluciones de índole tecnológica, organizativa o incluso educativa; también regulatoria, como bienvenido “primer paso”.

Como muy bien indica Rivero Ortega (2025, 54), la regulación no es sino una más de las técnicas de “intervención” del Estado sobre la economía, junto a “dirigismo, planificación, servicio público, empresa pública, y supervisión. Técnicas dispares, por su distinta intensidad

y por los diferentes efectos que producen en el sistema económico, dejando un mayor o menor margen de libertad al sector privado. Actualmente, la regulación quizás sea la manifestación más significativa del intervencionismo, cada vez más preocupado de no entorpecer la libre iniciativa privada, sin descuidar los intereses públicos."

Así viene ocurriendo a escala global, donde pueden ya identificarse enfoques regulatorios de menor o mayor intensidad, en tanto que basados en: a) estándares tecnológicos (fue la pauta principalmente seguida en la Declaración sobre IA de Hiroshima, tras la cumbre del G-7 celebrada en esa ciudad entre el 19 y 21 de mayo de 2023); b) principios y valores de actuación (como son los casos que seguidamente citaremos de UNESCO, OCDE o Consejo de Europa); c) autorregulación (en gran medida sucedía con el Decreto presidencial Biden sobre IA Segura, Confiable y Responsable de 2023 en los EE.UU.); y d) regulación sectorial o descentralizada, como veremos ocurre en los modelos californiano o suizo.

Algunos de estos enfoques pueden combinarse entre sí, como sin ir más lejos acontece en el Reglamento europeo de IA, el cual se abre a estándares por la vía de adaptaciones futuras de la Comisión; también incorpora principios; y suma a la industria a las labores normativas cuando por ejemplo la asocia a la construcción del Código de buenas prácticas para modelos de IA de uso general. Aunque, como más abajo comprobaremos, es claro que el enfoque horizontal, sobre todo en tanto que basado en riesgos, resulta en el Reglamento europeo absolutamente dominante.

Siguiendo unas u otras de las pautas teóricas recién indicadas, la IA está ya abordada regulatoriamente desde instancias internacionales como las Naciones Unidas<sup>6</sup>, la OCDE<sup>7</sup>, o el Consejo de Europa<sup>8</sup>. También en países como China<sup>9</sup>.

El caso de los Estados Unidos requiere mayor detenimiento. Más allá de iniciativas procedentes del sector privado, en forma de compromisos de autorregulación, el enfoque regulatorio estadounidense debe desdoblarse en iniciativas federales y en leyes estatales. A escala federal, destacaba el citado Decreto Presidencial sobre IA Segura, Confiable y Responsable (2023), centrado en la seguridad nacional; el Plan para una Declaración de Derechos en materia de IA (2022), que establecía principios para un diseño y uso de sistemas de IA con pleno respeto a

6 Las Naciones Unidas vienen desde hace años desarrollando diversas iniciativas en este ámbito, aún en el plano ético, entre las que descuellan: a) La Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial de la UNESCO (2021), que establece principios para la utilización ética de la IA; y b) la creación en octubre de 2023 del Grupo Asesor de Alto Nivel sobre Inteligencia Artificial, encargado de establecer, sobre la base de valores globales compartidos, una gobernanza internacional en la materia.

7 La OCDE ha desarrollado un marco integral para guiar el desarrollo y uso responsable de la IA, que reviste una enorme importancia, por cuanto constituye fuente inmediata de la propia regulación de la Unión Europea. Está básicamente compuesto por la Recomendación sobre Inteligencia Artificial (2019), que engloba los llamados Principios de la OCDE sobre IA, actualizados en noviembre de 2023 y mayo de 2024, para adaptarse a los avances tecnológicos.

8 El Consejo de Europa aprobaba en mayo de 2024 el Convenio Marco sobre Inteligencia Artificial, Derechos Humanos, Democracia y Estado de Derecho (2024), que también presenta una máxima relevancia, aunque solo fuese por la tradición de esta institución como estándar global de regulación sobre las materias que aborda. Con anterioridad al Convenio Marco de 2024, el Consejo de Europa desarrolló varias iniciativas clave para abordar los desafíos éticos y legales planteados por la IA, que justamente sirvieron para sentar las bases del Convenio Marco y entre las que destacan: a) el Estudio sobre el impacto de la IA en los derechos humanos (2018); b) la creación del Comité Ad Hoc sobre Inteligencia Artificial (CAHAI) en 2019; c) la Declaración de Estrasburgo sobre IA y Derechos Humanos (2019); o d) la Recomendación CM/Rec(2020)1 sobre el impacto de algoritmos.

9 Antecedidas por un Plan estratégico sobre IA de 2017, China aprobaba ya en 2021 unas Normas Éticas para la nueva generación de Inteligencia artificial. También cuenta con unas denominadas Disposiciones para la gestión de recomendaciones algorítmicas de servicios de información en internet (2022); unas Disposiciones sobre la administración de servicios de información en internet de síntesis profunda (2023), fundamentalmente dirigidas a combatir la desinformación; y unas Medidas Provisionales para la gestión de servicios de Inteligencia artificial generativa (2023). Sus principios inspiradores clave son el respeto a la seguridad nacional y la estricta adhesión a los valores superiores del régimen, lo que los sitúa en un plano radicalmente dispar a los que rigen en Occidente.

las libertades públicas; y dos leyes orientadas a promover el avance en este campo, la Ley de Iniciativa Nacional de Inteligencia Artificial (2020) y la Ley de fomento de la IA en los Estados Unidos (2022), esta última centrada en el sector público; además, algunas agencias federales, entre ellas el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST), habían desarrollado estándares de gestión de riesgos de IA. Por otro lado, varios Estados han promulgado leyes relacionadas con la IA, centrándose en la privacidad, y la transparencia y rendición de cuentas (*accountability*) por parte de los responsables de sistemas de IA; destaca especialmente California, y en menor medida, Colorado y Virginia.

En el plano federal, y sin embargo, este esquema saltó por los aires con la llegada al poder de la Administración Trump. Merced al Decreto Presidencial nº 14.179 “Eliminar barreras al liderazgo estadounidense en inteligencia artificial”, firmado el 23 de enero de 2025, se revocaba el Decreto Presidencial de Biden sobre IA Segura, Confiable y Responsable de 2023, al tiempo que se exigía elaborar en seis meses un Plan de Acción para la IA que consolidase el liderazgo global de EE. UU. en IA, con énfasis en la prosperidad humana, la competitividad económica y la seguridad nacional; se ordenaba a las agencias federales revisar, modificar y eliminar normativas que pudieran frenar la innovación; y se exigía que el desarrollo de sistemas de IA no incorporase sesgos ideológicos ni se usara para promover “agendas sociales artificiales”. Todo ello iba a la par del lanzamiento de la iniciativa público-privada de infraestructura de IA “Stargate”, anunciada el 21 de enero de 2025, a fin de movilizar 500.000 millones de dólares para desarrollar centros de datos, redes y capacidad de computación, que podrían generar más de 100.000 nuevos puestos de trabajo, y se orientan asimismo a mantener la ventaja competitiva frente a países como China, fortaleciendo la soberanía tecnológica de EE.UU. Nada de ello impide sin embargo que Estados de la Unión como los citados, entre posiblemente algunos otros, opten por mantener sus agendas regulatorias en este campo en los años venideros.

El Reino Unido ha optado por una postura regulatoria especialmente inclinada a la innovación, encomendando a los reguladores sectoriales existentes la supervisión de los sistemas de inteligencia artificial dentro de sus respectivos ámbitos, en lugar de crear un organismo regulador centralizado para la IA; a la vez, se sopesó cuidadosamente

tras la llegada al poder del laborismo en julio de 2024, la elaboración de una ley horizontal semejante a la de la UE (que se llegó a barajar contarse con un borrador para junio de 2025), si bien esta opción ha quedado de momento descartada, muy probablemente a raíz de la posición norteamericana, de la que el Reino Unido no desea distanciarse por razones geopolíticas y geoeconómicas. Tampoco Japón cuenta por el momento con regulación “a la europea”, sino con regulaciones sectoriales y supervisión descentralizada. No así Corea del Sur, cuya Ley básica sobre el desarrollo de la inteligencia artificial y el establecimiento de una base de confianza, de 21 de enero de 2025, efectúa un enfoque de la IA basado en el riesgo y de perfil vinculante, que podría en principio considerarse comparable a la europea; similitud que sin embargo debe cesar aquí, aun cuando solo fuese porque frente a las elevadas sanciones que el Reglamento europeo de IA prevé, la ley coreana las ajusta a la más que limitada cantidad máxima de unos 25.000€, lo que en el fondo la asemeja más a un conjunto de recomendaciones. Tampoco los principales países iberoamericanos cuentan con normas de perfil europeo a escala nacional (o federal); existen intentos en Brasil y México (abundantes en este último país), si bien ninguno de ellos ha fraguado de momento, lo que augura una dispersión normativa semejante a la de los EEUU, en caso de que determinados Estados federados opten en cambio por regular.

### **II.3.- EL MODELO EUROPEO: EL REGLAMENTO EUROPEO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

El modelo regulatorio europeo se plasma en el ya citado Reglamento UE 2024/1689, que establece normas sobre IA (RIA), que se publicaba el 12 de julio en el Diario oficial de la Unión Europea, para entrar en vigor el 1 de agosto. Conforme a su artículo 1, los objetivos principales del RIA serían los siguientes: a) Mejorar el funcionamiento del mercado interior mediante el establecimiento de un marco jurídico uniforme para el desarrollo, la introducción en el mercado, la puesta en servicio y la utilización de sistemas de inteligencia artificial en la Unión Europea. b) Promover la adopción de una inteligencia artificial centrada en el ser humano y fiable, garantizando al mismo tiempo un elevado nivel de protección de la salud, la seguridad y los derechos

fundamentales consagrados en la Carta de los Derechos Fundamentales de la Unión Europea, incluyendo la democracia, el Estado de Derecho y la protección del medio ambiente. c) Proteger contra los efectos perjudiciales de los sistemas de IA en la Unión, asegurando que su despliegue no comprometa los valores y derechos fundamentales de la sociedad europea. Y d) respaldar la innovación en el ámbito de la inteligencia artificial, creando un entorno regulatorio que fomente un desarrollo tecnológico responsable y ético.

Al decir de una de sus principales artífices en el plano político, la exSecretaria de Estado de digitalización e IA Carme Artigas, el RIA regula en el fondo la IA como “un producto”, adoptando un enfoque basado en los principios de seguridad y conformidad que se aplican tradicionalmente a los bienes en el mercado interior, todo ello con el fin último de asegurar la responsabilidad ante los riesgos que un mal funcionamiento pudiera ocasionar.<sup>10</sup> Conforme a todo ello, la norma fija obligaciones estrictas, que incluyen la evaluación de riesgos, la elaboración de documentación técnica detallada, la supervisión humana en sistemas de alto riesgo y la implementación de medidas de ciberseguridad, entre muchas otras, principalmente aplicables a los sistemas de alto riesgo.

Más concretamente, el RIA adopta un enfoque horizontal, basado en el nivel de riesgo asociado a los sistemas de IA, estableciendo cuatro categorías principales: a) Riesgo inaceptable: Se plasma en la prohibición, no de sistemas, sino de prácticas que representan una amenaza directa para los derechos fundamentales o la seguridad de las personas. Entre ellos cabe citar el uso de sistemas de IA para prácticas de puntuación social o para prácticas de reconocimiento de emociones en los entornos laboral y educativo. b) Alto riesgo: Aplicaciones de IA que tienen un impacto significativo en la sociedad o los derechos de las personas. Estos sistemas deben cumplir estrictos requisitos de transparencia, dación de cuentas, supervisión humana o ciberseguridad, entre muchos otros. Como ejemplos se pueden citar sistemas utilizados en determinados contextos de salud, educación, empleo, justicia o servicios esenciales. c) Riesgo limitado: Se trata de sistemas

---

10 Idea expuesta por Carme Artigas en el *VI Encuentro de Inteligencia Empresarial-El nuevo orden mundial y la Inteligencia artificial*, Madrid, Caixabank, 15 de noviembre de 2023.

que requieren medidas específicas de transparencia, como la obligación de informar al usuario de que se encontraría interactuando con un sistema de IA. Un ejemplo sería el de los asistentes virtuales que operan en determinadas plataformas o sitios web. d) Riesgo mínimo o nulo: Sistemas que por esa misma razón quedan excluidos del RIA, como por ejemplo un filtro de spam.

La horizontalidad del RIA se proyecta en una segunda faceta, que le lleva a regular tanto la IA analítica, como la generacionalmente posterior IA generativa, la que estalló a raíz de la comercialización generalizada del modelo GPT en noviembre de 2022. Una y otra, por cierto, pueden materializarse tanto en sistemas como en modelos, de ahí que el propio RIA regule tanto sistemas de IA analítica como generativa; e igualmente modelos tanto de IA analítica como generativa.

El tecnólogo y miembro del Consejo de la empresa Alphabet Martín Chávez (2025) afirma que con ello el RIA estaría efectuando una regulación de la inteligencia artificial acertada, en cuanto que, de modo similar a la regulación de los ferrocarriles, o la financiera, trataría de afrontar los problemas que surgen en los “puntos de interacción” de esta tecnología con el ser humano (el ferrocarril no regula los vagones de tren, sino los pasos de nivel, por ejemplo). Añado desde aquí que este de los puntos de interacción (*gateways* en ese caso) fue justamente el enfoque preferido por las grandes instancias de gobernanza (así el G-20) o de las finanzas internacionales (Banco Mundial o FMI) para proponer a fines de la segunda década de este siglo la regulación de las cadenas de bloques (o Blockchain) (García Mexía 2023, 117-119). No pienso sin embargo que el RIA esté siguiendo esta pauta. Primero, porque por ejemplo los *gateways* de Blockchain están perfectamente identificados, no son básicamente sino los llamados *exchanges* y *wallets*, es decir, servicios muy específicos de ese ecosistema. El RIA regula en cambio y, en el fondo, a todo operador económico (incluso persona física) o poder público que desarrolle, comercialice o utilice un sistema de IA, afectando en consecuencia a la totalidad de la sociedad. Segundo, porque el RIA prevé ciertamente una regulación más intensa de los sistemas de alto riesgo y de los modelos de uso general, fijando con ello su atención en sectores y tecnologías específicos; aunque ello no significa que deje de regular también sistemas de riesgo limitado, por más que las obligaciones que al respecto prevea sean más livianas.

Por sistema de IA debe entenderse, con arreglo a la definición del propio RIA: “Un sistema basado en una máquina que está diseñado para funcionar con distintos niveles de autonomía y que puede mostrar capacidad de adaptación tras el despliegue, y que, para objetivos explícitos o implícitos, infiere de la información de entrada que recibe la manera de generar resultados de salida, como predicciones, contenidos, recomendaciones o decisiones, que pueden influir en entornos físicos o virtuales” (art. 3.1 RIA). Pese a lo que más abajo se indica respecto de los modelos de uso general (art. 3.63 RIA), el RIA no proporciona en cambio una definición de “modelo de IA”. De acuerdo con la ISO (Organización internacional de estandarización), una definición autorizada sería la de “representación física, matemática o de otro modo lógica de un sistema, entidad, fenómeno, proceso o dato” (ISO 2022, 4). Un buen ejemplo para comprender con claridad ambos conceptos sería el propio ChatGPT, el cual sería un sistema completo, en cuanto incluiría no solo esa suerte de “motor” del sistema que es el modelo de IA, sino asimismo los datos, la infraestructura informática y los procesos de implementación. En una palabra, el de “sistema” es un concepto más amplio que el de “modelo”, el cual constituye parte esencial, pero solo una parte de aquél.

El RIA no proporciona tampoco una definición específica de “IA generativa”. Sin embargo, aborda las implicaciones y requisitos asociados con los denominados “modelos de IA de uso general” (entre los que destacan los llamados modelos fundacionales, de nuevo como ejemplo GPT), que sí define (art. 3.63 RIA) y regula específicamente (arts. 51-56). En la medida en que los modelos de IA generativa, como los de generación de texto, imágenes, audio o vídeo, no están diseñados para un propósito único, sino que son capaces de realizar múltiples tareas en entornos de enorme amplitud, es claro que dichos modelos deben catalogarse como modelos de IA de uso general y quedar por tanto sujetos al régimen que el RIA prevé para estos. El mejor ejemplo vuelven a ser los *large language models*, como el tan citado GPT, Gemini o Llama, entre ya muchos otros.

Como también es claro que la definición de sistema de IA contenida en el artículo 3.1 RIA englobaría cualquier sistema de IA analítica, en tanto que generacionalmente anterior a la generativa, como podrían ser aquellos destinados a analizar datos, reconocer patrones o reali-

zar tareas específicas basadas en reglas o modelos estadísticos: por citar un solo ejemplo, un algoritmo de diagnóstico médico.

El RIA distingue claramente entre la regulación de los sistemas de IA y la de los modelos de IA (especialmente los modelos de IA de uso general). Ese diverso régimen regulatorio se plasma en las obligaciones y correspondientes responsabilidades que impone, tanto a los proveedores como a los usuarios de sistemas de IA, así como a los proveedores de modelos de IA.<sup>11</sup>

En el caso de los sistemas de IA, el régimen conecta claramente con la otra dimensión de horizontalidad citada, la de enfoque basado en el riesgo. A los proveedores se les sujeta a toda una batería de requisitos, entre ellos de transparencia, requisitos que en el caso de sistemas de alto riesgo, llegan a ser muy estrictos, cual es el caso de las evaluaciones de conformidad, la generación de documentación exhaustiva y el establecimiento de sistemas de supervisión permanente. También los usuarios afrontan obligaciones, por ejemplo de transparencia, que en el caso de sistemas de alto riesgo – es solo uno de varios ejemplos - implican la implementación de medidas de supervisión.

Si estamos ante modelos, en cambio, debemos a la vez distinguir según se trate de modelos de uso general o modelos adaptados a usos específicos. En el supuesto de modelos de uso general, los proveedores quedan fundamentalmente vinculados por obligaciones de documentación, muy en particular acerca de las fuentes de datos de entrenamiento. Eso sí, si el modelo de que se trate implice lo que se denomina un “riesgo sistémico”, los proveedores deberán además evaluar el modelo, mitigar sus riesgos y cumplir requisitos reforzados de seguridad. En armonía con su Considerando 4, el RIA (art. 3.65) define el “riesgo sistémico” como “un riesgo específico de las capacidades de gran impacto de los modelos de IA de uso general, que tienen unas repercusiones considerables en el mercado de la Unión debido a su alcance o a los efectos negativos reales o razonablemen-

---

11 A sus efectos, el RIA (art. 3.4) ha optado por el término “responsables de despliegue”, y no por el de “usuarios”. Pese a ello, y dada su mayor claridad, optaremos aquí por emplear el de usuarios, en lugar de aquél. Lo cual no obsta para advertir que no quedarán sujetos a las obligaciones del RIA, conforme a ese mismo precepto, aquellos usuarios que utilicen un sistema de IA en el marco de “una actividad personal de carácter no profesional”.

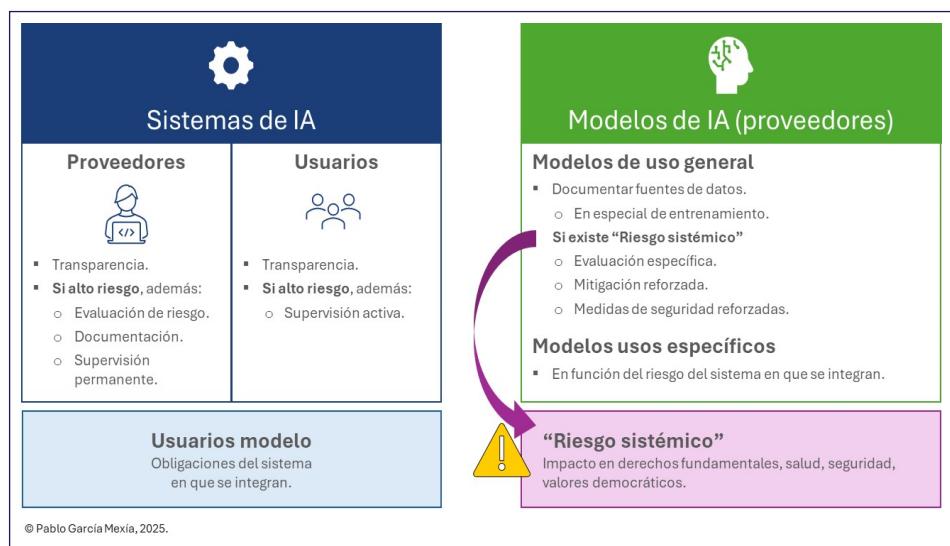
te previsibles en la salud pública, la seguridad, la seguridad pública, los derechos fundamentales o la sociedad en su conjunto, que puede propagarse a gran escala a lo largo de toda la cadena de valor."

El régimen del RIA para modelos de IA destinados a usos específicos (sean estos cuales fueren, como por ejemplo educación, sanidad o energía) dependerá del nivel de riesgo asociado a su uso; a lo dicho anteriormente sobre los niveles de riesgo nos debemos pues remitir.

Ninguna obligación específica prevé el RIA para los usuarios de modelos de IA, como quiera que estos se integran necesariamente en sistemas. El régimen de los sistemas de IA que incorporen tales modelos – y según sean de alto riesgo o no -, será por tanto el que gobierne tales supuestos.

Aun cuando muy esquemáticamente, se resume todo lo recién expuesto en la figura nº 5.

**Figura nº 5. Resumen esquemático de las obligaciones para proveedores y usuarios de sistemas y modelos de IA en el RIA.**



Fuente: Elaboración propia.

El RIA establece un completo elenco de organismos de control de estas obligaciones, tanto a escala nacional como europea, para garantizar el cumplimiento efectivo de sus disposiciones. Estos organismos supervisan el cumplimiento, realizan evaluaciones y coordinan las actuaciones necesarias al respecto. A escala de la UE - y además de los preexistentes Centro Europeo para la Transparencia Algorítmica y los diversos órganos sectoriales como la Agencia Europea del Medicamento, ENISA o el Comité Europeo de Protección de Datos -, se trata de los siguientes: a) Consejo Europeo de Inteligencia Artificial, de perfil multilateral y principalmente encargado de garantizar la aplicación armonizada del RIA en todos los Estados miembros. Y b) Oficina Europea de Inteligencia Artificial, incardinada en la Comisión Europea y responsable de supervisar y apoyar el funcionamiento general del marco regulatorio. A escala nacional, deben citarse: a) Las llamadas Autoridades Nacionales Competentes, como principales responsables del cumplimiento del RIA en cada Estado miembro. Estas no deben, pero sí pueden ser específicamente creadas a este efecto. Es el caso de España, que creó la Agencia Española de Supervisión de la Inteligencia Artificial (AESIA) mediante el Real Decreto 729/2023, de 22 de agosto; entidad que, por obvias razones, incidirá honda y frecuentemente en su actuación en el ámbito funcional de la Agencia española de protección de datos, con la que está llamada a coordinarse con particular intensidad. b) Las Autoridades de Vigilancia del Mercado, encargadas de supervisar el cumplimiento en fases posteriores a la comercialización de los sistemas de IA. En España, estas funciones recaerán sobre la propia AESIA, aunque también corresponderán funciones en este ámbito a otras autoridades, como la Agencia Española de Protección de Datos, el Banco de España o la Comisión Nacional de Mercados y de la Competencia, debiendo todas ellas – y cuando procediese – coordinar oportunamente su actuación. c) Los llamados Organismos Notificados, es decir, entidades independientes previamente acreditadas (por los organismos nacionales a ese efecto competentes) para realizar las evaluaciones de conformidad de sistemas de IA de alto riesgo.

Por último, el RIA establece también un severo régimen de infracciones y sanciones. El RIA clasifica las infracciones en tres niveles principales: a) Desarrollar prácticas prohibidas, que castiga con una san-

ción de hasta 35 millones de euros o el 7% del volumen de negocios anual global, el que sea mayor. b) Infracciones que, aun cuando no explícitamente calificadas como graves, el RIA considera muy serias - fundamentalmente el incumplimiento de requisitos esenciales para los sistemas de alto riesgo -, y que se sancionan con multas de hasta 15 millones de euros o el 3% del volumen de negocios anual global, el que sea mayor. Y c) la presentación de información inexacta, incompleta o engañosa a organismos o autoridades nacionales competentes, que se sanciona con multas de hasta 7,5 millones de euros o el 1% del volumen de negocios anual global, el que sea mayor.

Además de las sanciones económicas, las autoridades competentes pueden imponer medidas correctivas, como la suspensión del uso o comercialización, o la retirada del mercado de sistemas que incumplan, así como la prohibición de continuar operando en el mercado para el caso de reincidencia.

El RIA establece plazos amplios para su aplicabilidad, consistentes en seis meses desde la entrada en vigor respecto de los usos prohibidos (1 de febrero de 2025); 12 meses desde ese mismo momento, para los modelos de uso general (1 de agosto de 2025); 36 meses desde la entrada en vigor para los sistemas de alto riesgo (1 de agosto de 2027); y 24 meses para todos los demás supuestos (1 de agosto de 2026), de nuevo, siempre desde la entrada en vigor del RIA el 1 de agosto de 2024.

Merced al Anteproyecto de Ley para el Buen Uso y la Gobernanza de la Inteligencia Artificial, abierto a consulta pública en marzo de 2025, y una vez se apruebe en Cortes Generales, España presumiblemente se convertirá en el primer país de la UE en desarrollar aspectos del RIA. Este hecho ha despertado considerable expectación en medios europeos, pues de este modo, nuestro país podría ser modelo para las legislaciones de otros Estados miembros, además de ser especial objeto de análisis por la Comisión Europea. Con algunas matizaciones, el texto responde fielmente a las pautas y normas establecidas en el RIA.<sup>12</sup>

---

12 Con toda lógica, y en lo que a su ámbito material afecta, el Anteproyecto de Ley no regula los modelos de IA de uso general, toda vez que la concreción de su régimen jurídico corresponde a la Unión. Entre los aspectos que el Anteproyecto de Ley regula, destacan los siguientes:

## II.4.- VALORACIONES CRÍTICAS ACERCA DEL MODELO REGULATORIO EUROPEO

La Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial, a través de la Dirección General de Inteligencia Artificial, será la autoridad notificante como órgano responsable de establecer los procedimientos necesarios para la evaluación, designación y notificación de los organismos de evaluación de la conformidad, así como de su supervisión. No obstante, la evaluación y supervisión de los organismos notificados se realizará por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC).

La Agencia Española de Supervisión de Inteligencia Artificial, será el órgano competente para el ejercicio de la potestad sancionadora, punto de contacto único y autoridad de vigilancia del mercado de sistemas IA. Esta Agencia gestionará también los espacios controlados de pruebas de sistemas de IA (los llamados *sandboxes*).

No obstante, y como antes advertíamos, la Agencia Española de Supervisión de Inteligencia Artificial compartirá algunas de estas funciones con otros órganos o autoridades en determinados ámbitos o sectores como, por ejemplo, el Banco de España y la Comisión Nacional del Mercado de Valores en el ámbito financiero; la Agencia Española de Protección de Datos, respecto de determinados usos prohibidos, sistemas de identificación biométrica o migraciones y asilo, entre otros; o el Consejo General del Poder Judicial (CGPJ), que se encargará de controlar y supervisar los sistemas IA en la administración de justicia. Con la designación de un organismo específico en materia de IA, se acentúa la importancia de las potestades de coordinación que este anteproyecto encomienda igualmente a la Agencia Española de Supervisión de la Inteligencia Artificial.

En el Anteproyecto se regulan las prácticas prohibidas dispuestas en el artículo 5.1 del RIA y, en particular, la introducción en el mercado, la puesta en servicio o la utilización de un sistema de IA de identificación biométrica remota «en tiempo real» en espacios de acceso público con fines de garantía del cumplimiento del Derecho (a excepción de que el uso del sistema sea para los fines descritos en el Anexo II del RIA). Ello obedece a que España pretende autorizar estos sistemas (como a la vista del RIA puede hacer y a diferencia de lo que muy probablemente harán otros Estados miembros).

El sistema de infracciones y sanciones sigue -de nuevo, fielmente- las pautas del Reglamento IA. Las infracciones se clasificarán en muy graves, graves o leves y tendrán las siguientes sanciones:

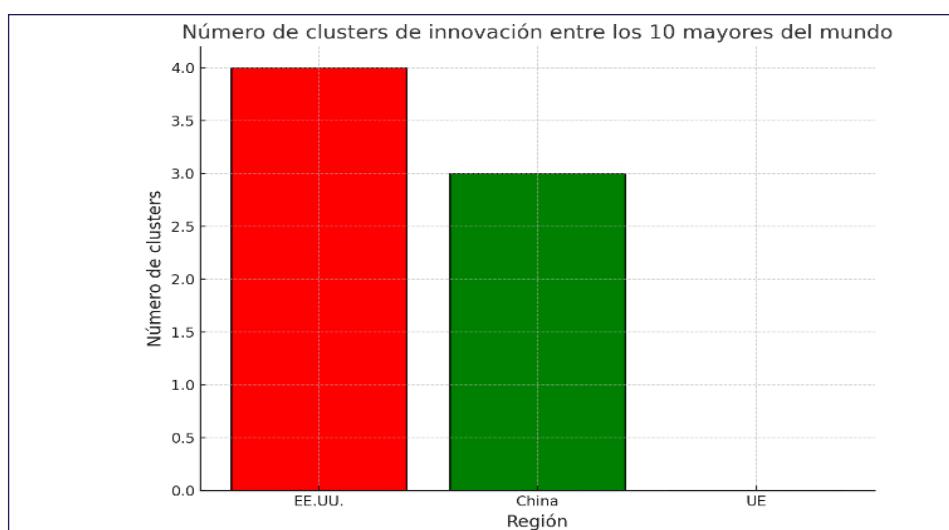
- Muy graves en sistemas IA prohibidos: multa desde €7.500.001 hasta €35.000.000, o en caso de ser una sociedad o grupo de sociedades, desde el 2% hasta el 7% del volumen de negocio total mundial correspondiente al ejercicio anterior.
- Muy graves en sistemas IA de alto riesgo: multa desde €7.500.001 hasta €15.000.000, o en caso de ser una sociedad o grupo de sociedades, desde el 2% hasta el 3% del volumen de negocio total mundial correspondiente al ejercicio anterior.
- Graves: multa desde €500.001 hasta €7.500.000, o en caso de ser una sociedad o grupo de sociedades, desde el 1% hasta el 2% del volumen de negocios total mundial correspondiente al ejercicio anterior.
- Leves: multa desde €6.000 hasta €500.000, o en caso de ser una sociedad o grupo de sociedades, desde un 0,5% hasta el 1% del volumen de negocios total mundial correspondiente al ejercicio anterior.

Además, para las infracciones muy graves por prácticas de IA prohibidas y en las infracciones de sistemas IA que hayan causado un incidente grave (por ejemplo, la muerte de un familiar), se podrá imponer, adicionalmente, la retirada del producto o la desconexión o prohibición del sistema IA. Se trata de una medida novedosa en la UE, que además se puede iniciar por vía de denuncia (conforme, en general, prevé el propio RIA).

La Unión Europea no logrará competir con los EEUU y China, si sigue centrada en la regulación. Lo prueban a las claras las cifras de nuestro más que notable atraso en materia digital, algunas de ellas obrantes en el bien conocido Informe Draghi de septiembre de 2024, que hacía de esta cuestión una de sus piedras angulares.

La UE no cuenta con ningún clúster de innovación entre los 10 mayores del mundo, frente a los cuatro de los EEUU o los tres de China (figura nº 6).

**Figura nº 6. Número de clústeres de innovación entre los diez mayores del mundo.**

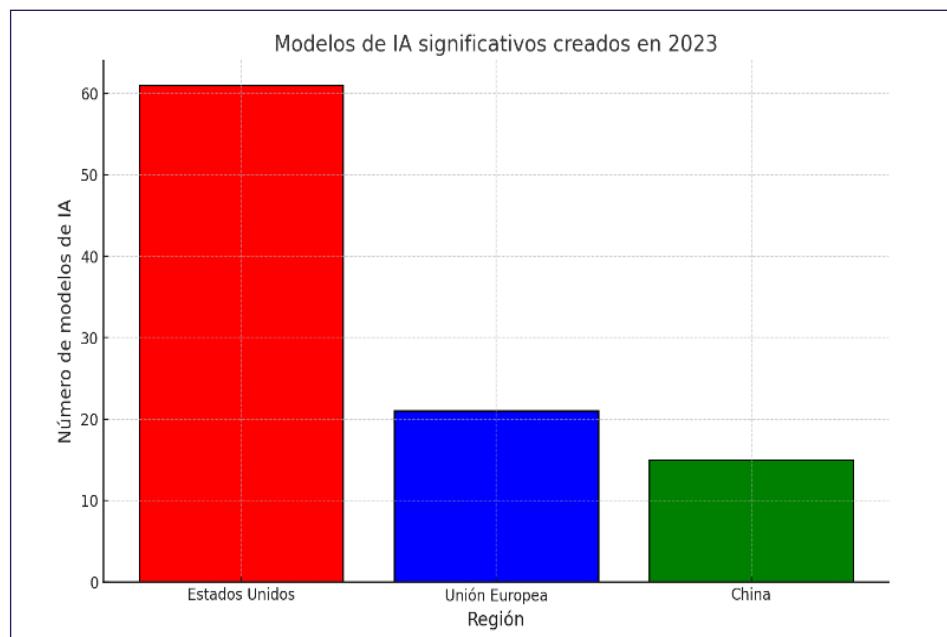


Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Informe Draghi (2024).

Las principales matizaciones del Anteproyecto de ley respecto del RIA se refieren a los llamados *deepfakes* (en su doble modalidad de ultrasuplantaciones de identidad y desinformación). El Anteproyecto los cataloga como infracciones graves (tanto en su aplicación a proveedores como a usuarios), más allá de que el texto español opta por asignarles menor sanción de las que el RIA hace al respecto posibles (hasta €15.000.000 euros o el 3% del volumen de negocio); y, lo que es más cuestionable, a la hora de tipificar la infracción respecto de los usuarios, se excluyen las exenciones o condicionamientos que al respecto prevé el RIA.

Según datos de Stanford University, en 2023, había 61 modelos de inteligencia artificial significativos que procedían de los EEUU; de la Unión Europea solo procedían 21, frente a 15 de China (figura nº 7).

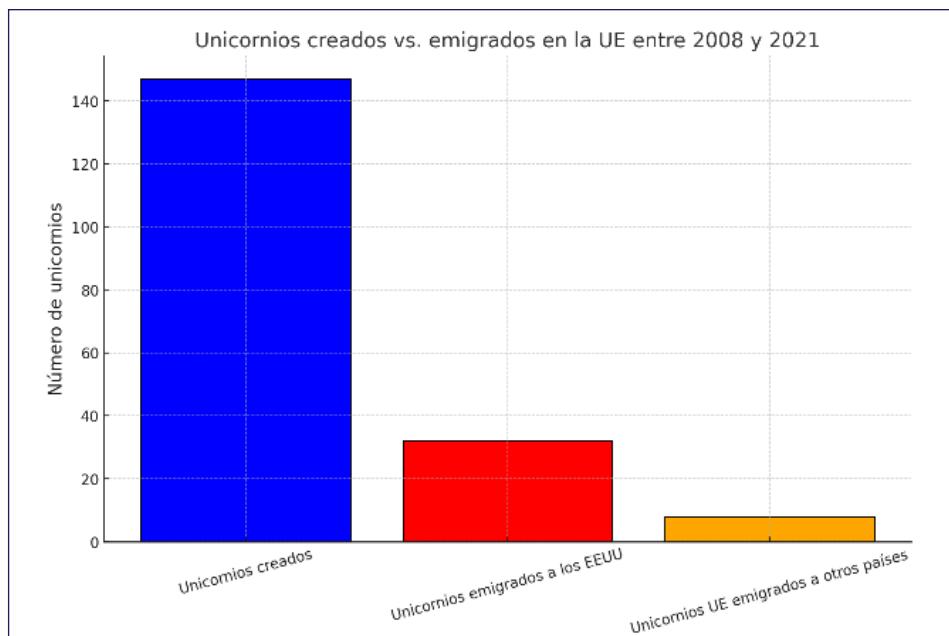
**Figura nº 7. Modelos de IA significativos creados en 2023.**



Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Stanford University, AI Index Report (2024), <https://aiindex.stanford.edu/report/>

Como acredita un estudio promovido por la Comisión Europea (Testa, Compañó, Correia y Rückert, 2022), 40 de los 147 unicornios creados en la Unión Europea, entre 2008 y 2021 emigraron a otros países, 32 de ellos a los EEUU (figura nº 8).

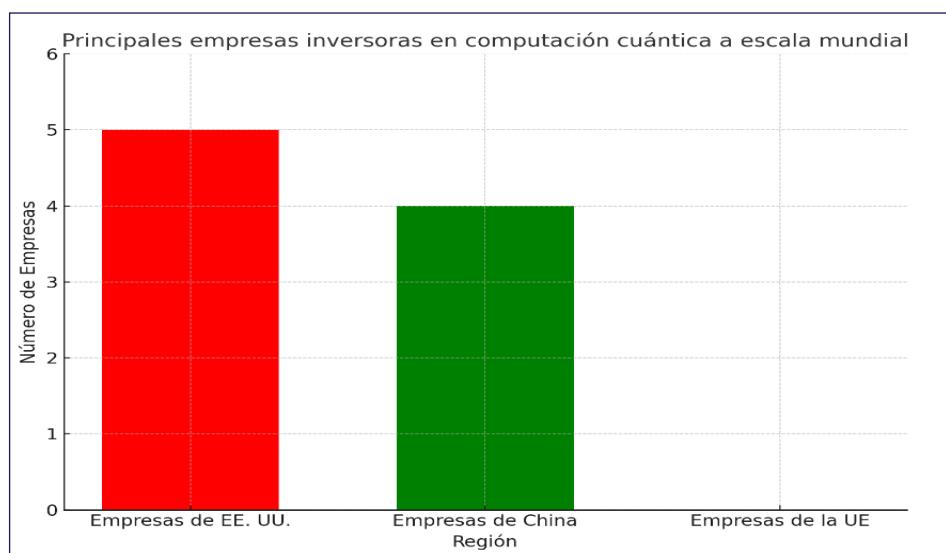
**Figura nº 8. Unicornios creados vs. Emigrados en la UE entre 2008 y 2021.**



Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Testa, G., Compañó, R., Correia, A. and Rückert, E., 'In search of EU unicorns: What do we know about them', EUR 30978 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022.

De nuevo según el Informe Draghi, de las 10 mayores empresas en tecnología cuántica - que aún no es una tecnología de uso general, pero que se prevé pueda llegar a serlo en unos 20 o 30 años -, cinco son estadounidenses y cuatro proceden de China, frente a ninguna de la Unión Europea (figura nº 9).

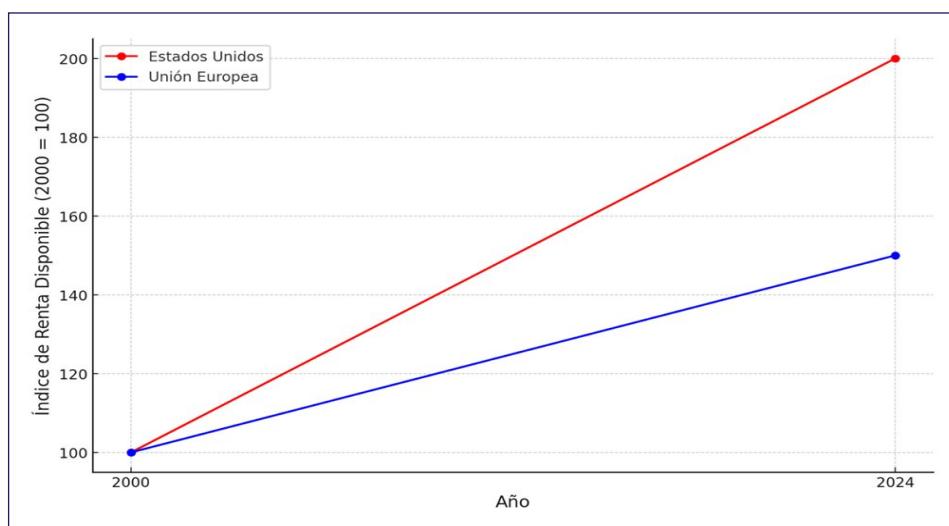
**Figura nº 9. Principales empresas inversoras en computación cuántica a escala mundial.**



Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Informe Draghi (2024).

Finalmente, como también acredita ese informe, la renta disponible en los EE.UU. creció el doble que la de la Unión Europea entre 2000 y 2024, siendo decisivo a este efecto el peso de la tecnología digital (Informe Draghi 2024, 1; 20; 25). Puede constatarse en la figura nº 10.

**Figura nº 10. Evolución comparada de la renta disponible por habitante en los EEUU y la UE.**



Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Informe Draghi (2024).

Mientras tanto, en la Unión contamos con más de 100 normas en materia digital y más de 270 reguladores. La propia Comisión Europea ha estimado en un mínimo de 100.000 € el coste que empresas de más de 50 trabajadores deberán asumir para implantar nuestra normativa sobre inteligencia artificial.<sup>13</sup> Como reconoce el informe Draghi, el 60 % de las empresas europeas consideran que la regulación es un obstáculo para su inversión, pero para el 55 % de las pequeñas y medianas, se trata del obstáculo mayor (Draghi et al., 2024, 14).

13

[Europe's rushed attempt to set the rules for AI, Financial Times, 16 de julio de 2024.](#)

Es verdad, y así lo resalta Rivero Ortega (2025, 23-24), que “la intervención pública en la economía es imprescindible y además es una constante a lo largo del tiempo”. La razón radica en que “la economía no es solo una disciplina matemática. Debe ser - ante todo, y sobre todo - una ciencia social, en la medida en que su primera finalidad es resolver problemas sociales [...]. Para cumplir con su finalidad, la economía necesita del Derecho y de análisis institucional, pues sin un marco jurídico-político económico, creador de cierta estabilidad, y al mismo tiempo favorecedor del progreso, no es posible el desarrollo sostenido.”

Aunque también es cierto, como Parente y Prescott (2000, p. 133) demuestran, que la intervención genera “barreras”, las cuales “directa o indirectamente restringen el haz de tecnologías que las unidades individuales de producción pueden usar”; siendo precisamente tales barreras las que explican diferencias de productividad a veces enormes entre los distintos países. O’Rourke y Williamson (2001, p. 93) son muy contundentes: “Una vez inventados, los desarrollos tecnológicos son difíciles de deshacer. Sin embargo, las respuestas políticas al cambio tecnológico pueden neutralizar (*mute*) o incluso dar la vuelta al efecto económico de dicho cambio.” A la inversa, y si bien su influjo es modesto, no deben despreciarse los beneficios de los incentivos a la innovación; los países que los implantan crecen más rápido que los que no lo hacen (Baumol, Litan y Schramm 2007, p. 275).

Es claro que el debate dista de ser nuevo, si bien trabajos especialmente notorios generados en la ciencia de la Economía lo han puesto de singular actualidad. Descuella entre ellos el de Acemoğlu y Johnson, quienes comienzan afirmando que “1000 años de historia y pruebas contemporáneas dejan manifiestamente clara una cosa: las nuevas tecnologías están lejos de generar automáticamente prosperidad amplia y generalizada. Que lo hagan o no, obedece a una opción económica, social, y política (2023, 13)”. Esa opción se concretaría en la necesidad de imitar al movimiento progresista estadounidense de fines del siglo XIX y primer cuarto del siglo XX, basado en un discurso y normas alternativas, en el fomento de poderes de contrapeso frente a los dominantes y en soluciones basadas en políticas públicas (Acemoğlu y Johnson 2023, 388).

No podemos sin embargo ignorar que la sociedad norteamericana y otras occidentales como la europea nada tienen que ver con la del año 1920 (no digamos la de finales del siglo XIX). Más aún, los remedios propuestos por ambos autores quizá tengan fundamento en los Estados Unidos, aunque no en Europa, donde ya la narrativa y las normas han cambiado en contra de la tecnología y en particular de las grandes tecnológicas<sup>14</sup>, donde las políticas públicas también van en esa misma línea (lo acabamos justamente de constatar), y donde existen contrapoderes mucho más fuertes al poder económico.

El propio discurso relativo a la intervención pública en la actividad económica prueba esta última afirmación. Esta es en Europa mucho más fácilmente aceptada que en los EEUU, incluso antes del “liberalismo quasi-anarquista” de la Administración Trump. Encontramos un excelente ejemplo, de gran influencia, en las tesis de Aghion et al. (2021, 221; 228), quienes ensalzan las virtudes de modelos equilibrados entre el “capitalismo de cuchillo entre los dientes” (*cut-throat*) que rehúye toda regulación y el “capitalismo blandito” (*cuddly*) de quienes propugnan el dirigismo estatal de la actividad económica, citando como ejemplo estadounidense la regulación sanitaria de la Administración Obama y como ejemplo europeo la “flexiseguridad” danesa (de despidos flexibles, atemperados por generosos subsidios y planes de formación para el desempleo).

Con todo, son los propios Acemoğlu y Johnson quienes terminan por reconocer que “la regulación y los incentivos públicos, son críticos”, ciertamente, aun cuando “no pueden hacer del poder público el centro neurálgico de la innovación<sup>15</sup>, sin que la burocracia vaya a diseñar algoritmos o dar lugar a nuevos productos. Lo que se precisa es inducir al sector privado a apartarse de una automatización excesiva [en cuanto que generadora de desigualdad] y de una vigilancia también excesiva [en la línea denunciada por autores como Zuboff, entre tantos otros]<sup>16</sup>, para tender hacia tecnologías más favorables para los trabajadores.” (Acemoğlu y Johnson 2023, 395).

14 He hecho notar esta alteración de la narrativa en contra de las grandes tecnológicas, que llega a lo que en ese mismo trabajo denomino “ciberfatalismo”, en García Mexía (2022).

15 Tesis como las de Mazzucato (2018), en cambio, están bien cerca de este postulado.

16 Cfr. Zuboff (2019).

Aghion et al. (2021, 272) vuelven a centrar el debate, al propugnar “un Estado asegurador que estimule la economía del conocimiento y la innovación.” Dejada a su inercia, la economía “tiende a agravar la desigualdad, reducir la movilidad social, y desatender el efecto potencialmente negativo de la destrucción creativa<sup>17</sup>, en particular en forma de desempleo, y mermas de salud y bienestar. Por ello necesitamos un Estado asegurador que proteja a los individuos frente a los riesgos inducidos por la innovación y la destrucción creativa.” En otras palabras, necesitamos “salvar el capitalismo de los capitalistas” (Aghion 2021, 5).

Esta es la ruta que Europa debiera transitar. Los riesgos generan inquietud, qué duda cabe, y por ello se deben afrontar. No pueden obviarse. Hemos visto que existen. Son claramente constatables. Es por tanto necesario “asegurar” a las personas frente a los riesgos que la innovación, en especial en materia digital y de IA, puede ocasionar, especialmente para la salud y el bienestar. La innovación no se orienta por naturaleza a la prevención del riesgo, busca el avance tecnológico y busca el beneficio. Esto es lo que le resulta consustancial. La intervención pública, fundamentalmente en términos de regulación, es por consiguiente imprescindible. Otra cosa es que esa regulación deba ser tan generalizada e intrusiva como hasta ahora ha venido siendo en Europa. A fuer de prevenir esos riesgos, y como hemos visto, Europa ha quedado descabalgada de la carrera digital y de la IA. Y Europa no puede permitirse el lujo de que sea así. La tecnología digital, y en particular la IA, bien lo afirma Russell (2019, ix), es “la tecnología dominante del futuro”; el “siguiente gran paso en el avance científico de la humanidad”, según las Naciones Unidas (2024). ¿Cómo podrá Europa imprimir su sello de respeto a la dignidad personal si queda al margen de toda influencia científica y tecnológica en el liderazgo de su diseño y de su desarrollo? Bien hace la filósofa Adela Cortina (2024, 67 y 68) en preocuparse al respecto.

En lo que a la IA respecta, Europa ha optado por prevenir y combatir los riesgos a ella asociados mediante un modelo de regulación hori-

17 Aghion et al. (2021) apelan obviamente aquí al concepto clásico de “destrucción creativa”, acuñado por Joseph Schumpeter en su señera obra “Capitalismo, socialismo y democracia” (1942).

zontal, principalmente orientado a ese fin. Autores como Ebers (2025) sostienen que “la regulación basada en riesgos es el enfoque correcto para regular la IA”. No obstante, evita justificar por qué esto es así. De soslayo, este autor indica que “la regulación basada en riesgos se ha convertido en una estrategia dominante para los líderes políticos sobre IA, no solo en la UE, sino a nivel mundial”, aunque hemos acreditado aquí que existen otras varias opciones regulatorias a fin de afrontar esos riesgos, opciones que además pueden combinarse entre sí.

Con todo, donde a mi juicio la aportación de Ebers (2025) destaca y acierta es al señalar que, siendo obviamente la misión fundamental del RIA la de prevenir y combatir los riesgos, esta norma “no sigue en sus disposiciones clave un enfoque verdaderamente basado en el riesgo, en particular en lo que respecta al análisis adecuado de los riesgos y beneficios (no se tienen en cuenta estos últimos); la dependencia limitada de la evidencia empírica (insuficientemente justificada a la hora de seleccionar los criterios que a su vez concretan los riesgos); las categorías de riesgo predefinidas y cerradas (y por ende abstractas); los riesgos sistémicos de los modelos de uso general (que en nada se acompañan con el enfoque seguido para los sistemas); la definición excesivamente amplia de IA (que va más allá del aprendizaje automático como categoría más potencialmente problemática); las cargas regulatorias dobles (que podrían conducir a sancionar más de una vez por los mismos hechos); y las estructuras de aplicación superpuestas (que en España se evidencian en la coexistencia de la Agencia de protección de datos y otras autoridades largamente establecidas, junto a la AESIA, de nueva creación).”

En resumen, Europa no solo se encuentra con una regulación altamente generalizada e intrusiva, sino - en particular en materia de IA - incluso inadecuada para prevenir y combatir el riesgo, siendo esta su más consustancial finalidad.

Existen alternativas realistas: para ser conscientes de los riesgos, para “asegurar” frente a los mismos, para regularlos; aunque sin marginar la innovación del modo que Europa ha venido haciéndolo. Entre estas alternativas descuella la del Estado norteamericano de California, cuyo gobernador vetaba en septiembre de 2024 un proyecto de ley del Senado californiano (el número SB 1047), destinado a regular los

sistemas avanzados de inteligencia artificial (IA). En su mensaje de voto, el Gobernador destacó que la propuesta podría haber frenado el dinamismo del sector tecnológico en California, que alberga 32 de las 50 principales empresas de IA del mundo, y dificultar su capacidad para competir en un mercado global. Basó estas razones en el alcance excesivamente general del proyecto, que por ello carecía de especificidad en cuanto al contexto de aplicación de los sistemas de IA, lo que podría generar confusión y obligaciones innecesarias para desarrolladores y empresas. El gobernador argumentaba adicionalmente que difícilmente se podía imputar a su Administración un desinterés por los riesgos en este campo, pues a pesar de este voto, él mismo había promulgado iniciativas procedentes del Legislativo en materia de IA, eso sí, no de la índole general del proyecto vetado, sino centradas en el despliegue de IA en aquellos sectores específicos con mayores riesgos potenciales, como son los que pueden afectar a la desinformación en los procesos electorales, la salud, la educación o el consumo, hasta un total de más de una docena. En esta misma última idea ha incidido en diciembre de 2024 Arati Prabhakar, quien hasta la llegada de Trump, ocupaba nada menos que el puesto de directora de la Oficina de ciencia y tecnología de la Casa Blanca. La cito literalmente: "Esa regulación vetada era la expresión de un deseo sobre cómo evaluar la seguridad, pero en realidad, sencillamente no sabemos cómo hacer eso. Nadie lo sabe. No es un secreto, es un misterio."<sup>18</sup>

Los argumentos de la Confederación Helvética para seguir desde febrero de 2025 una vía semejante a la californiana siguen pautas muy similares: fortalecer la innovación sin desguarnecer los derechos, cuya protección se afronta por vía sectorial, y no horizontal u omnicomprendiosa al modo de la UE.<sup>19</sup> Y el caso suizo presenta notoria importancia si tenemos en cuenta que ese país es el líder mundial (es decir, el nº 1) en innovación conforme al índice en la materia más prestigioso del mundo, el Global Innovation Index, que elabora la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). Debe no ob-

---

18 [What the departing White House chief tech advisor has to say on AI | MIT Technology Review](#), 2 de diciembre de 2024.

19 Cfr. [AI Regulation: Switzerland to Take a Different Approach than the EU - Lexology](#), 17 de febrero de 2025.

stante hacerse notar que Suiza no desdeña tampoco en modo alguno los derechos, pues incorporará a su ordenamiento el Convenio Marco del Consejo de Europa sobre IA de mayo de 2024, antes mencionado, lo que permitirá un equilibrado ajuste entre avance tecnológico, por el que se apuesta sin titubeo alguno, y protección de derechos – que el Convenio Marco obviamente asegura, si bien mediante un enfoque de principios, que no de reglas tendencialmente exhaustivas.

Se dirá, sin embargo, que la Unión Europea ya no parte de cero, como lo hacían California o Suiza para regular la inteligencia artificial. Aquí heredamos un acervo regulatorio de gran amplitud y complejidad (por no decir incluso de mejorable adecuación). ¿Qué cabe hacer? El muy citado Informe Draghi propone simplificar. En un documento titulado “La brújula de la competitividad”, que se daba a conocer a finales de enero de 2025, la Comisión Europea recogía este guante, en forma de aligeramiento de trámites burocráticos para empresas pequeñas y medianas.<sup>20</sup>

Poco después se daba otro paso, ya directamente en forma de adelgazamiento legislativo. Así, el Programa de trabajo de la Comisión Europea para 2025, aprobado el 11 de febrero de 2025, interrumpía los trámites de elaboración de lo que habrían sido dos nuevas normas en materia digital, ambas ya en fases muy avanzadas de tramitación, la llamada Directiva ePrivacy y la Directiva sobre responsabilidad en materia de inteligencia artificial.

El llamado Cuarto Paquete Omnibus de la Comisión Europea de mayo de 2025, por su parte, vuelve a insistir en la simplificación normativa para pequeñas y medianas empresas. La iniciativa introduce una nueva categoría armonizada para las compañías medianas, las que denomina “empresas de mediana capitalización”, —aquellas con entre 250 y 1.000 empleados y una facturación inferior a €1.500 millones o un balance inferior a €2.000 millones— con el objetivo de adaptar sus cargas administrativas y exigencias de información y notificación a las autoridades de forma más proporcionada y operativa. El paquete prevé igualmente una flexibilización de las exigencias de otra de las grandes normas digitales europeas, el Reglamento general de protec-

---

20

Cfr. [Competitiveness compass - European Commission](#), 29 de enero de 2025.

ción de datos, para este tipo de empresas, especialmente en materia de documentación y mantenimiento de registros.

Desde aquí propongo otro paso más en línea normativa, que no solo vinculase a la Comisión, sino también a otras instituciones y órganos de la Unión (en especial el Tribunal de Justicia), y a las autoridades regulatorias nacionales: se trataría de interpretar el acervo de un modo mucho más abierto a la innovación de lo que hasta aquí se ha hecho. En realidad, hasta aquí se ha hecho básicamente lo contrario, interpretar y aplicar las normas europeas, las de privacidad sin ir más lejos, de modo mucho más próximo a la rigidez que a la necesidad de ser competitivos en unas tecnologías que no solo encierran la llave de la prosperidad económica, sino también de la promoción de derechos (en cuanto por ejemplo se emplean por supuesto ya, para mejorar un derecho tan capital como la salud). Si las normas deben interpretarse conforme a la realidad a la que deben ser aplicadas, la actual parece comenzar a ser una de mayor sensibilidad a la competitividad y a la innovación.

Por otro lado y, sin duda (lo recordaban también Aghion et al. [2021, 272]), la clave está en aumentar la inversión en innovación y desarrollo en materia de tecnología digital. El mencionado documento de la Comisión Europea “La brújula de la competitividad” lo refleja a las claras. Se habla también, en este caso en foros meramente aledaños a la administración de Bruselas (así Andrea Renda [2024]), de la conveniencia de crear una suerte de “CERN para la inteligencia artificial” (como se sabe, en el CERN nació la world wide web, aplicación estrella de Internet); o de crear un gran modelo de lenguaje europeo. Y sobre todo, el *AI Continent Action Plan*, presentado por la Comisión Europea en febrero 2025, marca una ambiciosa hoja de ruta para situar a Europa donde le corresponde, a la vanguardia mundial en IA. Este plan integral articula cinco ejes estratégicos: (i) el desarrollo de infraestructuras de datos y computación a gran escala mediante *AI Factories* y futuras Gigafábricas de IA; (ii) el acceso a datos de alta calidad con la creación de Data Labs y una futura Estrategia de Unión de Datos; (iii) la promoción de la adopción de IA en sectores clave a través de la estrategia *Apply AI*; (iv) el fortalecimiento del talento con la *AI Skills Academy* y programas como *MSCA Choose Europe*; (v) y de nuevo la simplificación normativa, con medidas como el *AI Act Service Desk*. El plan

se acompaña de inversiones por valor de hasta 200.000 millones de euros, cantidad claramente inferior a los 500.000 millones de euros que la nueva administración norteamericana anunciaba apenas llegada al poder, pero que sin duda señala la reorientación del enfoque europeo y permite albergar esperanzas de que los objetivos marcados podrían llegar a alcanzar.

Sintetizamos todas estas ideas en la Tabla nº 1.

**Tabla 1. Posibles vías para capitalizar la revolución digital y la IA en la Unión Europea**

Vía de acción	Iniciativa/ documento clave	Descripción	Objetivo principal
1. Simplificación normativa para pymes	- Informe Draghi - La brújula de la competitividad (CE, enero 2025) - Cuarto Paquete Omnibus (mayo 2025)	- Creación de la categoría "empresas de mediana capitalización" con regulación proporcional. - Flexibilización de requisitos del RGPD.	Reducción de trámites burocráticos, facilitando adaptación de las pymes al entorno digital.
2. Alivio legislativo	Programa de trabajo de la Comisión Europea (11 febrero 2025)	Paralización de: - Directiva ePrivacy - Directiva sobre responsabilidad en materia de IA.	Reducir sobrecarga regulatoria.
3. Interpretación más favorable a la innovación del acervo europeo	Propuesta del autor	Aplicación del derecho de la UE desde una lógica más flexible y pro-innovación, implicando a TJUE, otras instituciones de la UE, y autoridades nacionales.	Evitar interpretaciones excesivamente rígidas del acervo en vigor.
4. Incremento masivo de la inversión en I+D digital	La brújula de la competitividad Aghion et al. (2021)	Refuerzo del gasto público y privado en tecnologías digitales e IA.	Aumentar autonomía y liderazgo tecnológico europeos.

Vía de acción	Iniciativa/ documento clave	Descripción	Objetivo principal
	Andrea Renda (2024)	Idea de un “CERN para la IA” o de un modelo de lenguaje europeo propio.	
	AI Continent Action Plan (Comisión Europea) (febrero 2025)	Plan integral con 5 ejes estratégicos: infraestructuras, datos, adopción sectorial, talento y simplificación normativa. Inversión de hasta 200.000 millones €.	

Fuente: Elaboración propia.

### III.- ESPAÑA, TECNOLOGÍA DIGITAL, IA E INNOVACIÓN

¿Y España? ¿Dónde estamos en estos campos? Conforme a datos del ya citado Global Innovation Index de la OMPI, nuestro país ocupa la posición 28 en lo que a innovación se refiere.

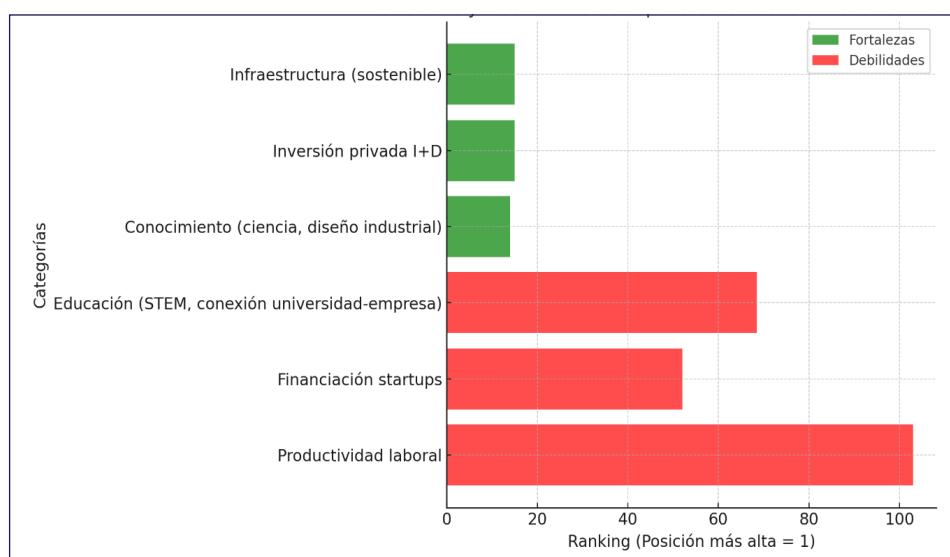
Somos fuertes en infraestructuras, en particular, infraestructuras sostenibles, pues, ocupamos el puesto número 15 a escala global. También en I+D empresarial, de nuevo puesto número 15, si bien debemos tener en cuenta que, conforme a datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) de 2023, tan solo el 0,2 % de las empresas españolas, que son las que cuentan con más de 250 empleados, invierten el 60 % de las cantidades dedicadas a I+D por parte de nuestras empresas.<sup>21</sup> También somos fuertes en áreas como el conocimiento, pues nuestra investigación, si tenemos en cuenta las citas como índice de calidad, ocupa el puesto número 12 del mundo; en diseño, esa “combinación de arte y tecnología”, en palabras del filósofo Eric Sadin

<sup>21</sup> [INEbase / Ciencia y tecnología /Investigación y desarrollo /Estadística sobre actividades de I+D / Últimos datos](#)

(2024), donde ocupamos el puesto número 13; mientras que nos situamos en el número 17, en lo que se refiere a esa suerte de “patentes light” que son los modelos de utilidad.

Somos, sin embargo, débiles en educación, puesto 68 del mundo, dado que solo el 21% de nuestros titulados superiores lo son en las llamadas materias STEM; y porque también es muy débil, el vínculo que existe en España entre universidad y empresa, aquí ocupamos el puesto número 69, cuando según Aghion et al. (2021, 138), y está sobradamente acreditado, “sin Stanford University no hay Silicon Valley”. Además, solo ocupamos el puesto 52 en materia de financiación de startups. Y el puesto número 103, realmente deficiente, en lo que al crecimiento de nuestra productividad laboral se refiere. Se refleja todo lo dicho en la figura nº 11.

**Figura nº 11. Fortalezas y debilidades de España en el Global Innovation Index 2024.**



Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), *Global Innovation Index 2024*, <https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2024/en/>

¿Qué recetas cabrían para nuestro país ante esta situación? Ante todo, y una vez más, aumentar nuestra inversión en I+D. De nuevo según datos del INE de 2023, nuestra inversión en investigación y desarrollo se eleva al 1,49 % de nuestro PIB, cuando el país que más invierte del mundo, Israel, gasta cuatro veces más (el 6 %). Aquí es crucial, por supuesto, la inversión empresarial, que en nuestro país alcanza el 56 % del total. Aunque no solo, ya que las empresas raramente invierten en investigación básica (caldo de cultivo de la innovación general), si no es como estadio inicial para la investigación aplicada, puesto que aquella puede terminar generando externalidades que beneficien a sus competidores; de ahí el papel capital de Estado y universidades en la inversión en investigación básica (Aghion et al. 2021, 211).

Esa mayor inversión debiera redundar en el refuerzo de la colaboración entre la universidad y la empresa, que aunque ha mejorado sustancialmente en décadas recientes, es patente arrastra retraso. Con ese fin esencial debiera fortalecerse también nuestros centros de excelencia, ya se trate de clústeres (Madrid es el número 48 del mundo)<sup>22</sup>, de centros de supercomputación (el Marenostrum 5 ACC de Barcelona es el octavo mayor del mundo)<sup>23</sup>, o de universidades (nuestras cinco mejores en inteligencia artificial, que son las politécnicas de Cataluña, Madrid y Valencia, y las universidades de Granada y País Vasco se encuentran entre las 170 más avanzadas del mundo).<sup>24</sup>

En este capítulo sería muy importante incluir a la Defensa. Y no únicamente porque constituya exigencia de la actual geopolítica. Como se sabe, la propia creación de Internet tuvo lugar en los EEUU al hilo de una estrecha colaboración entre el Departamento de Defensa, varias universidades y algunas empresas. Otro ejemplo destacado vuelve a ser Israel, con su intensa ósmosis entre Fuerzas Armadas (la conocida Unidad 8200) y empresas, que también se proyecta en la universidad. En cuanto a nuestro país, contamos con una línea específica de inversión a este efecto, el llamado “Programa Coincidente” del Ministerio de Defensa, que no obstante prevé cantidades ciertamente

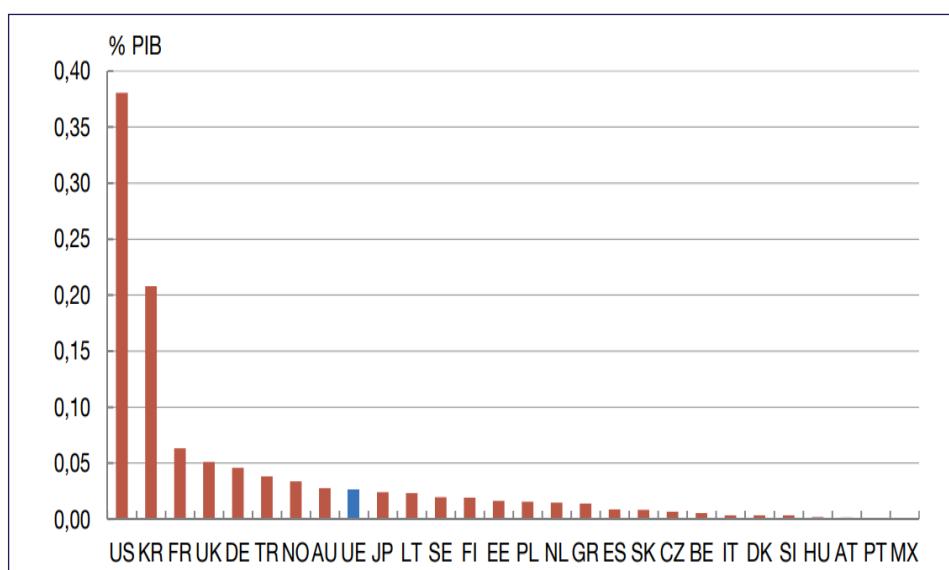
22 OMPI (2024).

23 <https://top500.org/lists/top500/2023/11/>, consultado 16 de mayo de 2025.

24 [Country Activity Tracker: Artificial Intelligence](#)

modestas para la colaboración con empresas y universidades.<sup>25</sup> También es claramente mejorable la cantidad global que España dedica a I+D de Defensa, en torno al 0,01 % del PIB según la OCDE, casi 40 veces menos que los EEUU (0,38 %), aunque también menos de la mitad de la media de un entorno más comparable, como es la UE (esta, algo más del 0,025 %) (véase la figura nº 12). El Banco de España (2024, 10) hace notar en un muy interesante estudio, cómo un mayor gasto de I+D en Defensa no solo genera beneficios geopolíticos, sino que redunda en un también mayor crecimiento económico general.

**Figura nº 12. Comparación internacional de gasto público presupuestado en I+D de Defensa.**



Fuente: Banco de España (2024), a partir de datos de OCDE (s.d.).

25 Para 2025 se han previsto con cargo al Programa Coincidente tres líneas de proyectos: COINC-2025-LOIMUN (municiones merodeadoras); aportación del Ministerio de Defensa de hasta 805.785,12 €; COINC-2025-PNT (navegación y posicionamiento sin GNSS); aportación del Ministerio de Defensa de hasta 619.834,71 €; y COINC-2025-MEDCOMB (respuesta médica en combate); aportación del Ministerio de Defensa de hasta 619.834,71 €. Cfr. Disposición 8948 del BOE núm. 109 de 2025 En la medida en que no hay especificación de número de proyectos por financiar, y aun cuando en 2024 se financiaron nueve, no resulta posible determinar el monto global de inversión conforme a este Programa para 2025.

Otra línea muy útil, también basada en ejemplos externos, es la de potenciar “industrias-nicho”, en las que resultemos especialmente competitivos. Hay un ejemplo claro en los Países Bajos y su empresa ASML (4<sup>a</sup> del mundo en semiconductores y hegemónica en el sub-sector de litografías para semiconductores). Otro en Israel en el área de la ciberseguridad (ese país cuenta con dos empresas entre las 10 mayores del mundo en este campo). El nicho más evidente para España podría ser el de las llamadas tecnologías energéticas limpias (*clean tech*), en las que empresas como Iberdrola o Gamesa-Siemens son líderes mundiales; aunque también podría suceder en ámbitos como los componentes electrónicos de automoción; o en la ingeniería especializada.

El principal campo de acción para España no puede ser aquí otro que el de la Unión Europea. Un énfasis decidido en estas posibles líneas de acción nos permitiría, no solo seguir a otros, sino liderar en inteligencia artificial y tecnología digital. Podría coadyuvar a ello el tratar de organizar en España la siguiente edición que se celebre en Europa de la AI Action Summit (tras París en febrero de 2025 y otros continentes en 2026 o 2027), siendo probablemente esta – y más allá de las Naciones Unidas - la principal iniciativa de colaboración mundial en materia de inteligencia artificial. Nuestro perfil político y social, nuestro peso económico y nuestras potencialidades en este campo, no solo van más allá de aconsejar este impulso, sino que hacen del mismo una verdadera necesidad.

De nuevo sintetizamos todas estas ideas en una tabla, la nº 2.

### **Posibles vías para capitalizar la revolución digital y la IA en España**

Vías de Acción	Comentarios
1. Reforzar inversión en I+D	Caso de Israel, el mayor inversor en I+D mundial (6% PIB), cuatro veces más que España (1,49% PIB en 2023)
a. Aumentar inversión en investigación pública	La ciencia básica requiere fundamentalmente inversión de Estado y universidades
b. Reforzar colaboración universidad-empresa	Fomentando centros de excelencia
i. Clústeres	Impulsar clústeres como el de Madrid
ii. Supercomputación	Reforzar capacidades como las del Centro de supercomputación de Barcelona
iii. Universidades	Aprovechar el potencial de universidades españolas (en especial las que son líderes mundiales, i.e. UPC, UPM, UPol.V, UGR, UPV)
c. Fortalecer investigación en Defensa (y la colaboración al efecto con universidades y empresas)	Caso de EE.UU., con la propia creación de Internet; o de Israel, con su intensa ósmosis entre FFAA (Unidad 8200) y empresa
2. Fomentar "industrias-nicho"	Especialmente en sectores donde España resulta ya altamente competitiva
Como en energías renovables, componentes electrónicos de automoción, ingeniería especializada, etc.	Caso de los Países Bajos con la empresa ASML (4ª del mundo en semiconductores) y su dominio en el subsector de litografías para semiconductores. También de Israel en el área de la ciberseguridad (dos empresas entre las 10 mayores del mundo)
3. Liderar dentro de la UE (y a escala global)	
Al hilo de las nuevas políticas europeas de refuerzo de la inversión y las capacidades en materia de I+D, y tecnología digital e IA	Tratar de organizar en España la siguiente edición que se celebre en Europa de la AI Action Summit (tras París en febrero de 2025 y otros continentes en 2026 o 2027)

Fuente: Elaboración propia.

## IV.- EPÍLOGO

El historiador Julian Martin (2011, 476-487) demuestra cómo el titánico esfuerzo de Francis Bacon por construir un método científico, alternativo al tradicional (y bien poco útil) aristotélico, estaba fundamentalmente basado en “el deseo de crear las condiciones para un imperio”. Esta es la esencia del que Mokyr (2017, 71) denomina “programa baconiano”, es decir, aplicar el conocimiento científico para mejorar las condiciones materiales de vida de las personas, para reducir el esfuerzo (“ganarás el pan...”) y para aliviar el dolor. Inglaterra alcanzó el liderazgo mundial gracias a este “programa”. Y no solo ocurrió eso, sino que este programa sentó también las bases de la ciencia y de la tecnología modernas, y con ello hizo posible que la prosperidad se fuera desde entonces extendiendo a parcelas cada vez mayores de la humanidad. Queda todo por hacer, en especial hasta que las clases menos favorecidas en los países avanzados y la gran mayoría de los más atrasados, dejen atrás la pobreza. Aunque tampoco podemos olvidar, como Tortella (2025)<sup>26</sup> nos apunta, que la “revolución proletaria” que silenciosamente se extendió por el mundo a lo largo del siglo XX, en forma de “capitalismo social”, ha propiciado – pongamos este solo ejemplo – “un alargamiento de la vida sin precedentes (de 34 años de esperanza en 1900, a 65 hoy; en España, de 35 en 1900, a 84 hoy)”, ciertamente “una verdadera revolución en el mejor sentido de la palabra”. Con sus fallas, innegables, la receta es exitosa y tiene más de 400 años.

Europa y España deben optar por la audacia y aplicar esta receta. Al menos en Europa, todos queremos llegar al mismo sitio: avanzar sin desproteger. En el fondo, es una cuestión de matiz. Aunque en los matices están muy a menudo las claves en esta vida. Hasta ahora, Europa y España han venido acentuando los riesgos y descuidando la innovación. El resultado es claro: Europa está lejos de los líderes, que además son hegemónicos, en tanto que “decisivos y preponderantes”. El acento debe a mi juicio ponerse en el avance, propugnando con mucho más ahínco que hasta ahora las oportunidades de la inteligencia artificial y de la revolución digital. Atendiendo a los riesgos,

---

26 [Revolución y contrarrevolución en el mundo actual, por Gabriel Tortella, The Objective, 14 de mayo de 2025.](#)

y salvaguardando los derechos, aunque de modos diversos a como lo hemos venido haciendo (me remito a las alternativas atrás expuestas). Al fin y al cabo, los riesgos no solo se evitan regulándolos<sup>27</sup>, caben alternativas desde la ética, desde las buenas prácticas industriales, desde la vigilancia social. Y los derechos no solo se protegen mediante la intervención estatal: la salud, el medio ambiente, la lucha contra el hambre no se entenderían sencillamente en nuestros días sin la tecnología digital y la inteligencia artificial.

## VII.- BIBLIOGRAFÍA

- Acemoğlu, D. y Johnson, S., 2023, *Power and Progress. Our Thousand-Year Struggle over Technology and Prosperity*, Public Affairs
- Aghion, Ph., Antonin, C., Bunel, S., 2021, *The Power of Creative Destruction. Economic Upheaval, and the Wealth of Nations*, The Belknap Press of Harvard University press.
- Banco de España, 2024, *El gasto público en defensa, orden público y seguridad en España y en la Unión Europea*, <https://doi.org/10.53479/37332>
- Baumol, W.J., Litan, R.E. y Schramm, C.J. 2001, *Good Capitalism/Bad Capitalism and the economics of growth and prosperity*. Yale Press.
- Chávez, M., 2025, "To Keep on Top of AI, Focus on the Points Where it Touches the Outside World", *The Economist*, To keep on top of

27 Downer (2024) llega a esta misma conclusión a partir de su estudio sobre la industria de la aviación, cuya enorme seguridad es de todos conocida. Esta no se debe a otra cosa, concluye, sino a que el carácter inevitablemente trágico de los muy escasos accidentes que sin embargo suceden, lleva a las entidades que los sufren a desarrollar análisis de inmensa exhaustividad. Este factor, unido a la muy medida innovación del sector, hecho a su vez influido por lo anterior, conduce a un conocimiento extremo de las aeronaves y sus posibles fallos, lo que explica esa siniestralidad tan baja. Es claro que el sector se encuentra notablemente regulado en todo el mundo, también a escala internacional. Mas debido a lo dicho, no es esta la razón principal por la que los accidentes son tan escasos. Además, indica Downer, los marcos regulatorios en la aviación han mejorado históricamente a través de un aprendizaje escalonado, basado en fallos y accidentes concretos, más que mediante una previsión abstracta de normas que se debiera adoptar.

AI, focus on the points where it touches the outside world, writes Martin Chavez

Cortina, A., 2024, *¿Ética o ideología de la inteligencia artificial? El eclipse de la razón comunicativa en una sociedad tecnologizada*, Paidós.

Downer, J., 2024, *Rational Accidents: Reckoning with Catastrophic Technologies*, MIT Press.

Draghi, M. et al., 2024, *The Future of European Competitiveness*, [https://commission.europa.eu/topics/strengthening-european-competitiveness/eu-competitiveness-looking-ahead\\_en?utm\\_source=chatgpt.com#paragraph\\_47059](https://commission.europa.eu/topics/strengthening-european-competitiveness/eu-competitiveness-looking-ahead_en?utm_source=chatgpt.com#paragraph_47059)

Ebers, M., 2025, "La Ley de Inteligencia Artificial de la Unión Europea: ¿un modelo para una regulación de la IA basada en el riesgo?", *Diario La Ley*, Nº 93, Sección Ciberderecho, 2 de abril de 2025.

Filippucci, F., Gal, P. y Schief, M., 2024, "Miracle or Myth? Assessing the macroeconomic productivity gains from Artificial Intelligence", OECD Artificial Intelligence Papers, No. 29, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/b524a072-en>

ISO (Organización Internacional de Estandarización) (2022), *International Standard ISO/IEC 22989 Information technology — Artificial intelligence — Artificial intelligence concepts and terminology*, [https://cdn.standards.iteh.ai/samples/74296/c4efbadbf1a146d4af6d-62fcad09438f/ISO-IEC-22989-2022.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://cdn.standards.iteh.ai/samples/74296/c4efbadbf1a146d4af6d-62fcad09438f/ISO-IEC-22989-2022.pdf?utm_source=chatgpt.com)

García Mexía, P. y Pérez Bes, F., 2021, *Artificial Intelligence and the Law*, Wolters Kluwer.

García Mexía, P. et al., 2023, "Blockchain, intermediación, criptorregulación", en García Mexía, P. et al., *Criptoderecho. La regulación de Blockchain*, 2ª ed., La Ley.

García Mexía, P., 2022, "Contra el 'ciberfatalismo'. Beneficio y riesgo en la sociedad digital", *Revista de las Cortes Generales*, nº 114, diciembre de 2022, <https://doi.org/10.33426/rcg/2022/114/1724>

Han., B-Ch., 2021, *No-cosas. Quiebras del mundo de hoy*, Taurus.

Luccioni, A. S., Jernite, Y., Strubell, E., 2023, "Power Hungry Processing: Watts Driving the Cost of AI Deployment?", arXiv:2311.16863v1 [cs.LG]

- Martin, J., 2011 (1992), "Una filosofía natural reformada", apéndice a la obra Bacon, F., 2011 (1620), *La Gran Restauración. Novum Organum*, Miguel Ángel Granada ed.,Tecnos.
- Mazzucato, M., 2018, *The Entrepreneurial State. Debunking Public vs Private Sector Myths*, Penguin Random House.
- Mokyr, J. 2017. *A culture of Growth: The Origins of the Modern Economy*. Princeton University Press.
- National Science and Technology Council, 2016, *Preparing for the Future of Artificial Intelligence*, [preparing\\_for\\_the\\_future\\_of\\_ai.pdf](#)
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), *Global Innovation Index 2024*, <https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2024/en/>
- O'Rourke K. y Williamson, J.G., 2001, *Globalization and history, The evolution of a Nineteenth-Century Atlantic Economy*. MIT Press.
- Parente, S.L. y Prescott, E.C., 2000, *Barriers to Riches*. MIT Press.
- Pujol, O., 2021, "The Concept of AI. Opacity and Societal Impact", en García Mexía, P., y Pérez Bes, F. 2021, *Artificial Intelligence and the Law*, Wolters Kluwer.
- Renda, A., 2024, *Towards a European Large-Scale Initiative on Artificial Intelligence*, CEPS In-Depth Analysis.
- Russell, S., 2019, *Human Compatible. Artificial Intelligence and the Problem of Control*, Penguin.
- Sadin, E., 2024, *La vida espectral. Pensar la era del Metaverso y las inteligencias artificiales generativas*. Caja negra editora.
- San Miguel de Pablos, J. L., 2025, *Desvelando la inteligencia artificial. La conciencia no es algoritmo*. Siglantana.
- Suleyman, M. y Bhaskar, M., 2023, *La ola que viene*, Debate.
- United Nations Secretary-General's High-level Advisory Body on Artificial Intelligence (UN\_HLAB-AIAI), 2024, *Governing AI for Humanity*, disponible en: [https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/governing\\_ai\\_for\\_humanity\\_final\\_report\\_es.pdf](https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/governing_ai_for_humanity_final_report_es.pdf)
- Zuboff, S., 2019, *The Age of Surveillance Capitalism*, Profile Books Ltd.



Síganos en Linked 

**Visite nuestra web e infórmese de las novedades y  
actividades formativas que realizamos**

**[www.rdu.es](http://www.rdu.es)**

