

Gonzalo León Serrano\*

# SOBERANÍA TECNOLÓGICA: VISIÓN GEOPOLÍTICA DESDE LA UNIÓN EUROPEA

*El artículo aborda el concepto de soberanía tecnológica, enmarcado en el de autonomía estratégica, focalizado en la política industrial. Tras definir y establecer la relación entre ambos se presentan los instrumentos de poder blando y poder duro que pueden estar al alcance de la UE para mejorar su soberanía tecnológica, prestando atención a la combinación inteligente de varios de ellos. Tras justificar la necesidad de disponer de un «Índice de Soberanía Tecnológica» para monitorizar las acciones sobre una base cuantitativa, se analiza la relación entre la soberanía digital con la energética, militar, industrial y digital, así como la batalla por el talento tecnológico. Finalmente, se comentan algunas opciones sobre la contribución de España en el contexto de la soberanía tecnológica europea.*

## **Technological sovereignty: a geopolitical vision from the EU's perspective**

*The article addresses the concept of technological sovereignty framed in that of strategic autonomy focused on the industrial policy. After defining and establishing the relationship between the two, the soft power and hard power instruments that can be available to the EU to improve its technological sovereignty are presented, paying attention to the intelligent combination of several of them. After justifying the need to have a «Technological Sovereignty Index» to monitor actions on a quantitative basis, the relationship between digital sovereignty with energy, military, industrial and digital sovereignty is analyzed, as well as the battle for technological talent. Finally, some options on Spain's contribution in the context of European technological sovereignty are discussed.*

**Palabras clave:** sociedad tecnológica, autonomía estratégica, interdependencias, soberanía tecnológica, Unión Europea, soberanía digital.

**Keywords:** technological society, strategic autonomy, interdependencias, technological sovereignty, European Union, digital sovereignty.

**JEL:** 01.

---

\* Profesor emérito. Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación. Universidad Politécnica de Madrid.

Contacto: [gonzalo.leon@upm.es](mailto:gonzalo.leon@upm.es)

Versión de enero de 2023.

<https://doi.org/10.32796/ice.2023.930.7570>

## 1. Introducción

Históricamente, todos los países, sobre todo las grandes potencias, han pretendido imponer sus puntos de vista empleando todos los instrumentos disponibles a su alcance: desde influir en la promulgación de legislaciones internacionales favorables a sus planteamientos hasta la imposición por la fuerza de sus intereses, si fuera necesario. Conseguirlo a escala global cuando compiten con otras potencias con similares objetivos en contextos multipolares como el que existe hoy día depende de múltiples factores.

En todo caso, todos los países desean disponer de un marco de actuación en el que dependan lo menos posible de las decisiones que adopten sus competidores y que les afectan directa o indirectamente. Este objetivo ha cristalizado en el concepto de «autonomía estratégica» y las medidas para su consecución.

En el contexto de la Unión Europea (UE), la autonomía estratégica se ha formulado como la «capacidad para actuar de manera autónoma cuando y donde sea necesario y, en la medida de lo posible, con los países asociados». En esta definición, matizada por el pragmatismo, se asume la imposibilidad de aferrarse a un planteamiento autárquico y, por tanto, a la necesidad de interactuar con otros países, sean aliados o no.

Esta visión de autonomía estratégica no ha estado ausente de la evolución histórica de la UE. Poco después de la firma del Tratado de Roma en 1957, cuando se preguntó al general De Gaulle en 1962 «¿cuál es el propósito de Europa?», este último respondió «no ser dominado por los estadounidenses o los rusos» (Dupré, 2022). Ahora, seguramente, De Gaulle mencionaría también a China. Mucho más recientemente, Josep Borrell responsable de la política exterior de la Unión, formulaba en un sentido realista el reto al que nos enfrentamos sobre la autonomía estratégica europea: «La autonomía estratégica no es una varita mágica, sino un proceso a largo plazo para que los europeos tomen, cada vez más, las riendas de su destino, para defender nuestros intereses y valores en un mundo cada vez más hostil,

un mundo que nos obliga a confiar en nosotros mismos para garantizar nuestro futuro» (Borrell, 2022).

Obsérvese que en la definición anterior de autonomía estratégica no aparece explícitamente el término *tecnología*. Sin embargo, vivimos en una sociedad que requiere para su funcionamiento el uso masivo de productos y servicios tecnológicos de los que, cada vez en mayor medida, depende nuestra prosperidad y seguridad, seamos o no conscientes de ello, y que su obtención y acceso no está siempre asegurada cuando proceden de otros países a través de largas cadenas globales de provisión o de un volumen ingente de datos que fluyen a través de una extensa red de cables submarinos y, en menor medida, de redes satelitales que facilitan el acceso a servicios de Internet.

No es extraño, por tanto, que, en un contexto de confrontación geopolítica global, más o menos soterrada, que afecta a los ámbitos económicos, políticos, territoriales, comerciales e industriales de múltiples países, se sume cada vez con mayor fuerza la confrontación tecnológica. De hecho, la nueva variable que ha modificado el panorama del poder global se basa en la integración de tecnologías emergentes en una nueva generación de productos y servicios, apoyada por la aceleración del cambio tecnológico en todas las dimensiones de la sociedad con un impacto decisivo en el desarrollo económico y en las relaciones sociales. Actualmente, el dominio de tecnologías clave constituye la palanca en la que se sustenta el carácter de «gran potencia».

El concepto que incorpora de manera directa la tecnología en el contexto de la autonomía estratégica es el denominado *soberanía tecnológica* utilizado profusamente en los últimos años y que apela al ejercicio de la soberanía en este ámbito particular<sup>1</sup>. Una de las definiciones más empleadas es la formulada por el Instituto Fraunhofer en 2021 (Edler *et al.*, 2021) que la define

<sup>1</sup> En ciencias políticas y derecho internacional, se entiende por soberanía a «la suma del poder político, supremo e ilimitado, que posee un Estado independiente y que le confiere la autoridad necesaria para tomar autónomamente sus propias decisiones a todo nivel». <https://concepto.de/soberania/#ixzz7lm4mytic> (último acceso el 13 de enero de 2023).

FIGURA 1

## RELACIÓN ENTRE AUTONOMÍA ESTRATÉGICA Y SOBERANÍA TECNOLÓGICA



FUENTE: Elaboración propia.

como la «capacidad de un territorio, estado o agrupación de estados para proveerse de aquellas tecnologías que considera críticas para su bienestar y competitividad, bien a través de la propia generación de dichas tecnologías o bien garantizando su suministro desde otros territorios sin que esto comporte relaciones de dependencia unilaterales».

En la Figura 1 he querido señalar que la soberanía tecnológica actúa como un factor habilitador esencial para lograr el nivel de autonomía estratégica deseado influyendo en la definición de políticas nacionales e internacionales.

Podríamos preguntarnos ¿para qué es necesario obtener o mejorar la soberanía tecnológica? ¿no podría obtenerse la ansiada autonomía estratégica dejando de lado la tecnología? La respuesta inmediata surge del reconocimiento de que sin disponer de un nivel elevado de soberanía tecnológica se corre el riesgo de

situarse en un *escenario de dominación efectiva por terceros países* que las posean y condicionen el acceso a las tecnologías críticas requeridas (a través de los productos y servicios basados en ellas, incluidos los datos de sus ciudadanos y entidades), y con ello el funcionamiento de la sociedad.

Un escenario habitual de interacciones entre un país «soberano» desde el punto de vista formal, pero que no posea ni autonomía estratégica ni soberanía tecnológica con otro que sí la posea es el que históricamente tiene lugar entre países desarrollados y otros menos desarrollados. Estos últimos solo pueden, si las poseen, intercambiar materias primas por productos tecnológicos manufacturados o por inversiones en infraestructuras locales, y aportar recursos humanos al país dominador. China lo está haciendo en países de África, Asia y Latinoamérica alrededor de su iniciativa de la «Ruta de la Seda» (BRI, Belt and Road Initiative)

con el fin de acceder a materias primas como «tierras raras» que son esenciales para el funcionamiento de su industria tecnológica. Y la historia poscolonial europea también ofrece muchos ejemplos.

La evolución acelerada de la tecnología impide que un país posea todos los conocimientos, materias primas y componentes necesarios para desarrollar por él mismo todos los productos y servicios que requiere. Como consecuencia, debe aceptarse la existencia de interdependencias tecnológicas entre países cuyos impactos tenderán a crecer y, pese a los esfuerzos políticos que se hagan hacia un «desacoplamiento tecnológico» que los conflictos geopolíticos entre grandes bloques potencian<sup>2</sup>, serán imposibles de eliminar, ni siquiera reducir a corto plazo para algunas tecnologías claves.

La consecución de una mayor soberanía tecnológica no puede considerarse únicamente como un «objetivo defensivo» destinado a reducir la dependencia en tecnologías clave, tal y como se entendía en la segunda mitad del siglo pasado; hoy en día se utiliza en un sentido más amplio, en el que la influencia mutua en otros campos políticos refleja el papel central desempeñado por la tecnología en las sociedades modernas: desde la organización de unos Juegos Olímpicos, a la conquista espacial, el orgullo nacional y su posicionamiento global se tiñe de fortaleza tecnológica.

En resumen, el objetivo de la soberanía tecnológica es influir en los procesos de toma de decisiones para favorecer el acceso a los recursos tecnológicos humanos y materiales, influir y proteger los mercados comerciales de bienes y servicios avanzados, y alinear las opiniones públicas alrededor de políticas tecnológicas nacionales a largo plazo como parte del ejercicio de la autonomía estratégica tanto a nivel nacional como internacional.

---

<sup>2</sup> Este es el caso del «desacoplamiento tecnológico» iniciado por Estados Unidos, y seguido por muchos países occidentales, para reducir la dependencia de suministradores de equipos de tecnología móvil 5G procedentes de China, y su sustitución por otros más fiables procedentes de otros países desde la perspectiva de reforzar la seguridad nacional, pero, también, para asegurar la superioridad tecnológica a largo plazo.

## 2. Enfoque realista de la capacidad tecnológica de la UE

La UE es considerada una gran potencia económica mundial con un mercado interior bien desarrollado de más de 440 millones de ciudadanos dotados de un alto poder adquisitivo. También es una región mundial en la que las tecnologías más avanzadas han penetrado profundamente en la sociedad con una población bien formada para nutrir y acelerar los procesos de innovación, y con una base científica consolidada que asegura su papel en el desarrollo de tecnologías emergentes.

Parecería con ello que la situación es la adecuada para que la UE pueda jugar un papel tecnológico relevante a nivel mundial, asegurando un nivel de soberanía tecnológica elevado. Un análisis en detalle descubre, sin embargo, la existencia de debilidades relevantes que pondrían en peligro su posicionamiento global.

La batalla actual por el liderazgo mundial se manifiesta, claramente, en el proceso de desarrollo y uso de algunas tecnologías avanzadas clave como son las tecnologías celulares móviles 5G, la inteligencia artificial, la microelectrónica, la nanotecnología, la robótica, la biotecnología, o las tecnologías ligadas a las energías renovables como la energía solar fotovoltaica o el denominado hidrógeno verde. Tanto la competitividad industrial como la provisión de servicios públicos de alta calidad dependen en gran medida del dominio sobre ellas, y en las que, en relación con la UE otros países tomaron la delantera en la última década o están cerca de conseguirlo.

Incluso en ámbitos como la cooperación al desarrollo, la sanidad o la educación superior, contar con un liderazgo tecnológico apoyado en un sector industrial fuerte se ha convertido en una necesidad para desplegar soluciones tecnológicas basadas en soluciones europeas en terceros países e incrementar la influencia global de la Unión.

Algunas de las tecnologías mencionadas tienen un carácter «habilitador», ya que son utilizadas en la mayor parte de productos y servicios avanzados. Este es el

caso de la microelectrónica, la nanotecnología o la inteligencia artificial en las que la UE, a pesar de su excelente posición en la generación de conocimiento científico, se encuentra en una posición relativamente débil. Con un peso industrial que ha ido perdiendo posiciones, depende de componentes, sistemas y servicios generados en otros países y, salvo en aspectos concretos, las empresas europeas no lideran estas tecnologías habilitadoras.

No es extraño que fortalecer la base industrial de la Unión haya sido una constante de la prioridad política de los responsables europeos convencidos de que su prosperidad a largo plazo está condicionada por su capacidad de ganar la «batalla tecnológica mundial».

Tras dos años de reducción de la producción industrial, incluyendo una caída del 7 % en 2020, los datos de Eurostat de 2021 indican un incremento del 8 % en la producción de bienes manufacturados en 2021 en comparación con el año anterior. Sin embargo, esta producción industrial no solo está desigualmente distribuida en la Unión, sino que también lo está en los sectores relevantes desde el punto de vista tecnológico. Durante la década 2011-2021, y tomando como base 2015, los datos de Eurostat<sup>3</sup> indican que la fabricación de las cuatro mayores actividades manufactureras de la UE (productos alimentarios, productos químicos, productos metálicos, y maquinaria y equipos) aumentó en 2021 del 2 % al 16 % en comparación con 2011, mientras que solo la fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques disminuyó un 3 %.

Refiriéndose únicamente a estas cifras parecería que la situación de la industria europea no es mala. El problema reside en que desde el punto de vista tecnológico es altamente dependiente y, por tanto, vulnerable. Además, la industria representaba en 2021 un peso del

17,8 % del PIB agregado y el compromiso político de llegar al 20 % parece difícil cuando es necesario acometer una revolución tecnológica en la industria europea con la incorporación rápida de tecnologías emergentes para asegurar su competitividad.

La Comisión Europea era plenamente consciente de ello al tomar posesión la presidenta von der Leyen e inmediatamente decidió adoptar una estrategia industrial que promoviese la competitividad de la UE en el contexto del autoasignado «papel geopolítico de la Unión» incrementando su autonomía estratégica (Renda, 2021). La Comunicación *Una nueva estrategia industrial para Europa*, de marzo de 2020, marcó el camino a seguir indicando que la transición (verde y digital) es una oportunidad única para que la UE «afirme su voz, defienda sus valores y luche por un campo de juego nivelado», resaltando que estaba en juego *la soberanía de Europa* (European Commission, 2020). Posteriormente (European Commission, 2021a) se actualiza esa estrategia en el contexto de la recuperación del COVID-19, dando la señal de alarma de la debilidad de la UE en industrias intensivas en energía, salud y tecnologías avanzadas. Además, la Comisión identifica 137 productos críticos que se necesitan obtener de otros países y da la voz de alarma para mejorar la resiliencia de las cadenas de suministro internacionales, y asegurar la consolidación de asociaciones y alianzas tecnológicas internacionales<sup>4</sup> (European Commission, 2022b).

Otro elemento distintivo es que la UE desea competir con otros países en los mercados tecnológicos globales preservando un conjunto de valores y principios propios de la Unión en un contexto internacional basado en reglas. Conseguirlo obliga a actuar a nivel internacional de manera decidida y conjunta con otros países, frente a otros que no necesariamente comparten esos valores y principios.

<sup>3</sup> En 2021, el valor de la producción vendida por la Unión Europea ascendió a 5.209.000 millones de euros, un aumento de casi el 14 % en comparación con 2020 (precios corrientes). La producción de Alemania supuso el 27 % del total de la UE, seguida de Italia (16 %), Francia (11 %), España (8 %), Polonia (6 %) y los Países Bajos (4 %). [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Industrial\\_production\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Industrial_production_statistics) (último acceso el 12 de enero de 2023).

<sup>4</sup> Fundamentalmente, en áreas de alta tecnología como procesadores y tecnologías de semiconductores, datos industriales, computación en la nube y en el borde, lanzadores espaciales y aviación de cero emisiones.

Desde una perspectiva política institucional, y de acuerdo con el Tratado de la UE, los Estados miembros mantienen el papel de liderazgo en los asuntos exteriores desde la perspectiva de sus propios intereses individuales porque la eficacia del pilar intergubernamental de la UE está, en la práctica, condicionada por la dificultad de conseguir la unanimidad (obligatoria) de la posición de 27 Estados miembros, condición previa para actuar en política exterior. Muchas resoluciones del Consejo de la UE en política exterior, después de intensas y largas negociaciones para conciliar posiciones divergentes, derivaron en declaraciones genéricas sobre las principales cuestiones sin consecuencias prácticas profundas, o simplemente decayeron debido a la falta de acuerdo.

En resumen, la debilidad de la UE para mantener una política exterior única o de disponer de una capacidad de defensa común, proceso abortado en 1954, a pesar de los esfuerzos realizados desde entonces, dificulta disponer de una sola voz en los conflictos globales, apoyada con políticas asertivas amparadas en la capacidad tecnológica de la Unión que asegure el liderazgo. El siguiente apartado analiza los instrumentos disponibles para ello.

### 3. Evolución del apoyo político a la soberanía tecnológica en la Unión Europea

A pesar del contexto limitativo descrito brevemente en el apartado anterior, Europa sí ha sabido utilizar un «poder blando» con el que ha sido más exitosa. El concepto de «poder blando» (*soft power*) (Nye, 2005) se refiere a la «capacidad de influir en el comportamiento de los demás para obtener los resultados que se desea sin utilizar la fuerza; se trata de cooptar a las personas en lugar de coaccionarlas».

Históricamente, el *poder blando de la Unión* se ha utilizado para influir en otros países mediante el uso de programas de carácter cultural o científico, de formación y movilidad, y de cooperación al desarrollo, así como la concesión de créditos de nulo o bajo tipo de interés

para fomentar el desarrollo de infraestructuras y servicios en otros países, apoyado por condonaciones parciales cuando políticamente era conveniente. Como resultado, la UE ha sabido tejer una red de acuerdos con un número considerable de países. A ello se suman los programas que los Estados miembros de la UE también han establecido bilateralmente en el mismo sentido; aunque no siempre alineados con los de la Unión, puesto que responden a consideraciones históricas o nacionales particulares.

Un ámbito de influencia «menos blando» es el *regulatorio* en el que la UE se ha convertido en una entidad reguladora experimentada con gran influencia internacional (Bradford, 2020). Por este motivo, la UE ha confiado en su poder regulatorio y de influencia en el exterior para que la tecnología que adquiera o desarrolle se someta a normas que protejan al ciudadano y creen un acceso equitativo al mercado.

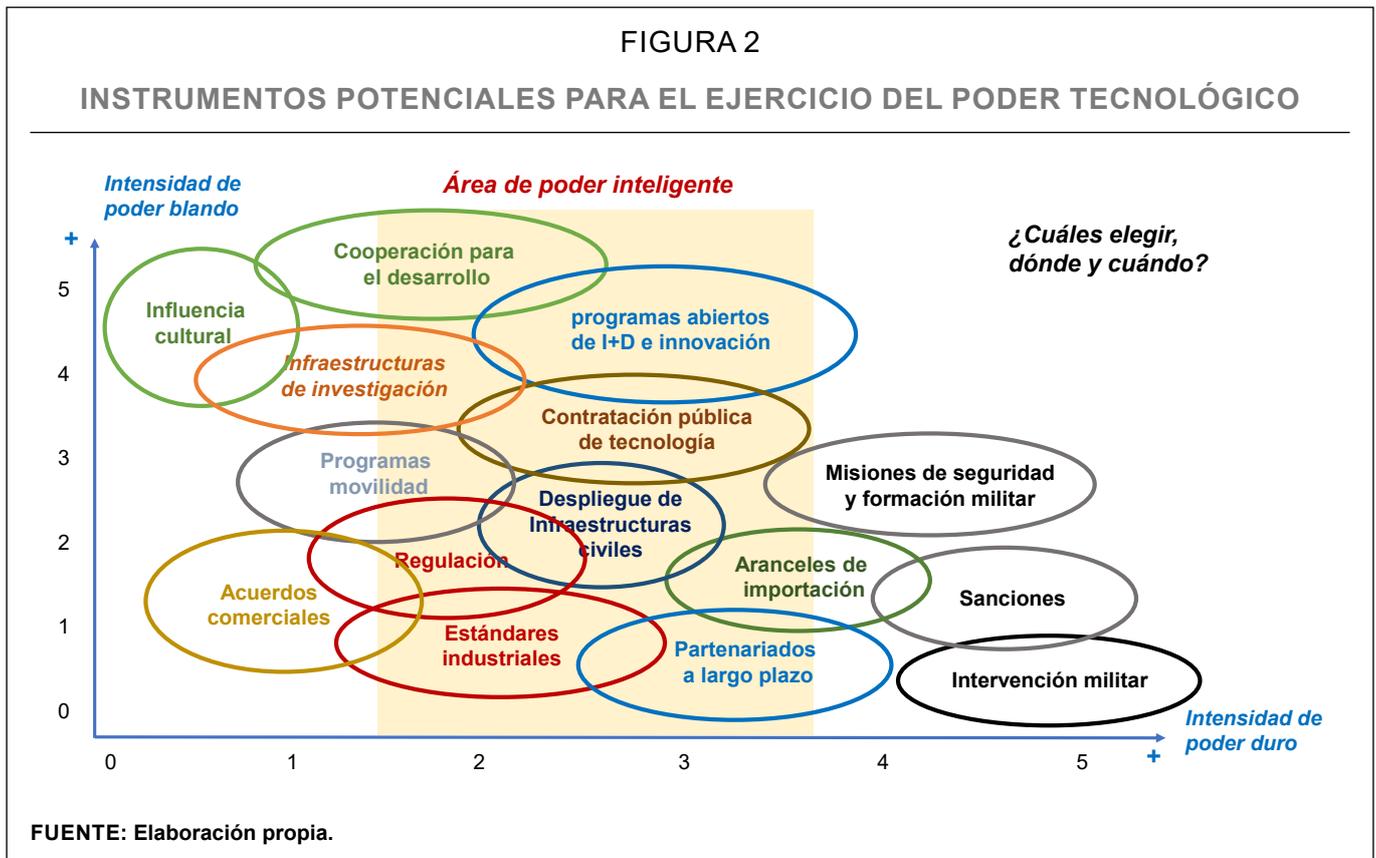
Con ese objetivo en mente, la UE ha pretendido establecer unas reglas de juego adaptadas a sus principios y valores que influyan en todos los demás actores, incluso los externos a la Unión. También constituye la base legal de la UE para la imposición de sanciones a entidades de terceros países, como ocurre con las impuestas a las grandes empresas del sector digital con las consiguientes disputas político-legales debidas a la extraterritorialidad derivada, sobre todo, en el ámbito de los servicios digitales.

Históricamente, las regulaciones más conocidas de la UE, diseñadas para operar en el mercado europeo o para exportar/importar bienes hacia/desde la UE, fueron ideadas para proteger a los ciudadanos europeos de los efectos potenciales (supuestamente perniciosos) del uso de determinadas tecnologías, construir el mercado único interior y asegurar su alineamiento con un conjunto de principios y valores con los que la Unión se identifica<sup>5</sup>. En la práctica, su existencia ha condicionado los comportamientos de otros países y

<sup>5</sup> Así sucedió con la regulación relativa al registro, evaluación, autorización y restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH) de 2006 (Reglamento n.º 1907/2006).

FIGURA 2

## INSTRUMENTOS POTENCIALES PARA EL EJERCICIO DEL PODER TECNOLÓGICO



de las empresas que deseaban comerciar con la Unión. Diversos países las han tomado como base para el diseño de sus propias regulaciones nacionales al considerar las regulaciones europeas buenas, equilibradas, sólidas e implementables.

Además, muchas grandes empresas exportadoras y países de todo el mundo han preferido utilizar la regulación europea, incluso aunque fuese más restrictiva que la equivalente preexistente a nivel nacional, antes de gestionar varias regulaciones para diferentes mercados; simplemente, olvidar el acceso al mercado europeo para centrarse en mercados menos regulados no era una opción para la mayoría de ellos (Bradford, 2020)<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Como ejemplo, el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) ha inspirado procesos regulatorios similares en otros países más allá de la necesidad de cumplir con determinadas regulaciones para poder acceder al mercado europeo. <https://gdpr.eu/> (último acceso el 12 de enero de 2023).

En la Figura 2 se han representado diferentes instrumentos de política tecnológica a disposición de los países para ejercer un poder blando y duro basado en mi experiencia. He situado, de acuerdo con una valoración personal, estos instrumentos en una escala entre el poder blando y duro (del 1 al 5). En función de cómo se implemente la puesta en marcha de cada instrumento, el área ocupada en la figura por cada uno de ellos será mayor o menor. Obsérvese que, desde el punto de vista de la consideración blanda-duro, existen solapes entre los instrumentos identificados, lo que permite reforzar o complementar las acciones a realizar en función de la estrategia que se desee implementar.

Las deficiencias de los dos enfoques (poder duro y blando) cuando se plantean de forma aislada hicieron surgir el concepto de «poder inteligente» como una opción más eficaz y plausible para hacer frente a estrategias de posicionamiento internacional en los

que los países están estrechamente interrelacionados en varios ámbitos (Nye, 2009). Se ha representado en la Figura 2 una zona de *instrumentos relacionados con el poder inteligente* en la que la combinación juiciosa de algunos de los instrumentos en un país y situación concreta puede conllevar ventajas significativas (León y da Ponte, 2022). El contexto concreto debe guiar la forma de combinar esos instrumentos en un «paquete integrado» y determinar el equilibrio «blando-duro» más conveniente en cada momento.

La pregunta abierta planteada al máximo nivel de la toma de decisiones en la UE, en los últimos años, es saber hasta qué punto los instrumentos de poder duro y blando potencialmente disponibles pueden combinarse inteligentemente como ingredientes necesarios para mejorar el posicionamiento europeo en escenarios globales dominados por la ciencia y la tecnología y garantizar el bienestar social y el modo de vida europeo.

Si los objetivos de política industrial y comercial de la Unión se redujeran, simplemente, a garantizar una cuota de mercado para algunos productos y servicios tecnológicos estratégicos desarrollados en la UE y ofrecidos por empresas europeas en igualdad de condiciones en mercados globales abiertos, o en proteger a los consumidores europeos de productos importados que no satisfagan determinadas condiciones técnicas de seguridad, la situación evolucionaría silenciosamente como ha sucedido en el pasado con fracasos y éxitos en varios ámbitos tecnológicos<sup>7</sup>.

El significado del valor de la soberanía tecnológica no se limita a asegurar el uso de tecnología avanzada cuando se integra en sistemas desplegados para cumplir su función operativa (en sistemas de armas, en ciberseguridad, en el control de exportaciones de alta

tecnología, etc., donde el rendimiento depende en gran medida del uso de herramientas digitales), sino también para conservar la superioridad mediante el control del conocimiento tecnológico necesario para el desarrollo de productos avanzados, y con el establecimiento de las normas por las que determinadas tecnologías sean accesibles para terceros países evitando perder la supremacía tecnológica.

Desde esta perspectiva, la UE ha respondido en los tres últimos años adoptando decisiones específicas (casi) a simultáneo en varios ámbitos:

- Identificación de productos críticos para la Unión y establecimiento de medidas para mejorar la resiliencia en su provisión (Fiott, 2021; Wieringen y Fernández-Álvarez, 2022);
- modificación de las condiciones de admisibilidad para participar en el programa marco de investigación e innovación «Horizonte Europa 2021-2027» basadas en el lema «lo más abierto posible, tan cerrado como sea necesario» (con consideraciones claramente políticas en el establecimiento de condiciones para la participación de terceros países y su posible financiación basados en el principio de reciprocidad);
- valoraciones de autonomía estratégica en el diseño de nuevas políticas industriales y digitales vinculadas a los fondos de recuperación y resiliencia (*Next Generation EU*);
- refuerzo de la diplomacia científica (y tecnológica) de la UE con mayor coordinación del Servicio de Acción Exterior con las embajadas de los Estados miembros;
- revisión de las políticas comerciales (European Commission, 2021b) subrayando la importancia de «profundizar las asociaciones internacionales, diversificar las relaciones comerciales y aprovechar la apertura y el atractivo del mercado único de la UE»;
- establecimiento de la nueva estrategia de conectividad global de la UE, denominada Global Gateway, con el objetivo de «promover conexiones sostenibles y fiables útiles para las personas y el planeta», en parte, como respuesta a la iniciativa china de la «Ruta de la Seda»; y

<sup>7</sup> En la historia el poder militar se insinuaba (o incluso se llegaba a usar realmente) para hacer cumplir esos intereses o, simplemente, para disuadir a otros países de crear posibles problemas mediante la protección de las rutas comerciales o mediante el aumento de la presencia de unidades militares en puertos de otros países dentro de una estrategia de disuasión global asimétrica ligada al comercio mundial. Era la «política de las cañoneras» empleada profusamente en el siglo XIX.

- promoción de una nueva agenda de la política de innovación europea (European Commission, 2022c) que ha insertado la discusión en un contexto geopolítico del que ya no puede dissociarse.

Este impulso regulatorio y de reflexión colectiva en la UE tiene un largo camino por delante para asentarse y sobre el que aún no hay un resultado exitoso conseguido. Los próximos años serán cruciales para la UE.

#### 4. Índice de soberanía tecnológica

En el análisis efectuado de los instrumentos políticos disponibles para conseguir la soberanía tecnológica de la UE, muy ligada a la política industrial, he recurrido a un enfoque cualitativo de la soberanía apelando a la comprensión de los elementos básicos que la sustentan como base para las decisiones adoptadas por los gobiernos.

Si bien este enfoque cualitativo es necesario desde el punto de vista político para incrementar la conciencia colectiva sobre un problema de soberanía tecnológica que atañe a la seguridad europea, limitarse a facilitar la cooperación intergubernamental, y promover la puesta en marcha de acciones concretas con el apoyo necesario para la asignación presupuestaria, no es suficiente. Desde el punto de vista de diseño de las políticas públicas es necesario conocer cuáles son los puntos débiles de la UE y cuál es su gravedad para cada una de las tecnologías clave con el fin de poder hacer un diseño más preciso y eficaz de los instrumentos políticos y focalizar el esfuerzo asignando los recursos necesarios.

Para ello, se requiere *disponer de un instrumento de análisis de carácter cuantitativo para la toma de decisión sobre una tecnología concreta* que complemente el cualitativo. A través de él sería posible conocer la efectividad real de las medidas políticas puestas en marcha, y el grado en el que consiguen una reducción de la brecha existente en tecnologías clave con respecto a otros países y en el mismo país en distintos periodos.

Para ello, se requiere disponer de una métrica que permita conocer hasta qué punto el nivel de soberanía

tecnológica para una determinada tecnología es comparable con el de otros países, y cómo evoluciona en el tiempo como resultado de la puesta en marcha de estas políticas. Como Edler *et al.* (2021) argumentan, la distinción entre «cuellos de botella» (permanentes o a corto plazo) de lo que pueden ser dependencias unilaterales es una condición necesaria para impedir la emergencia de desequilibrios y asimetrías en los dominios económicos, comerciales y tecnológicos en tecnologías relevantes.

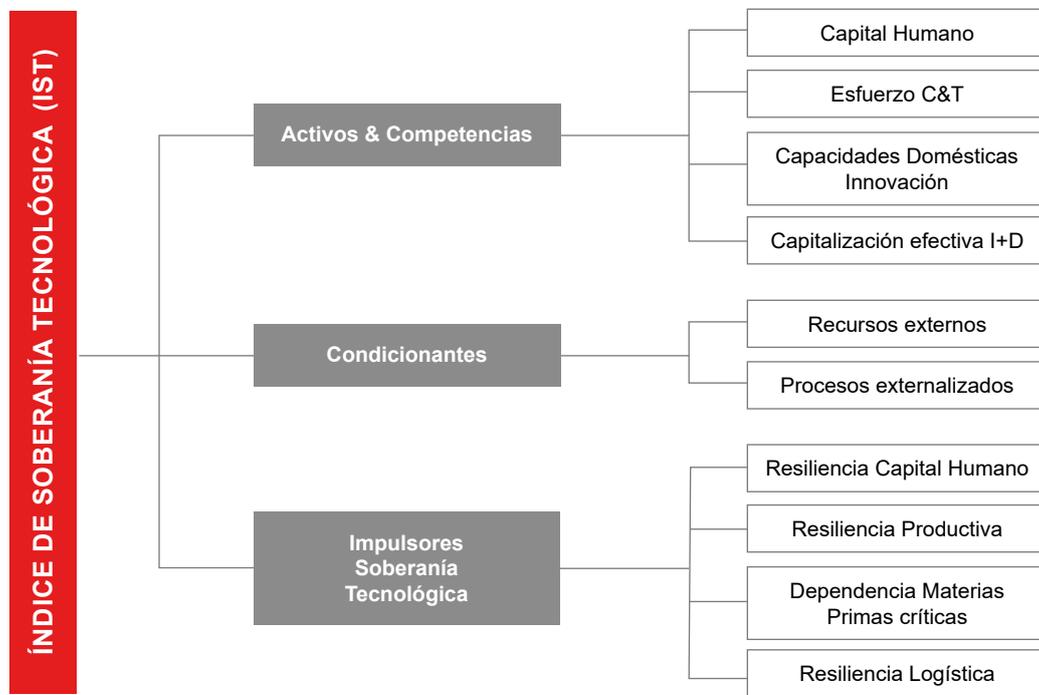
En un trabajo realizado en el año 2022, se ha definido un «índice de soberanía tecnológica» (IST) construido en base a un conjunto de indicadores obtenibles de fuentes externas que pueden ser aplicados a diversas tecnologías (Da Ponte *et al.*, 2022)<sup>8</sup>. Concretamente, el IST se ha definido en base a tres pilares fundamentales (véase la Figura 3): Activos y Competencias, Condicionantes e Impulsores de Soberanía Tecnológica. Los pilares están formados por diez subpilares o identificadores compuestos basados en datos estadísticos compilados a partir de varios conjuntos de datos internacionales o a partir de encuestas oficiales que permiten su actualización periódica.

El primer pilar, *Activos y Competencias*, comprende cuatro indicadores compuestos: la capacidad de innovación de las partes interesadas, incluida la proporción de científicos y tecnólogos en la fuerza laboral, la inversión en proyectos científicos y tecnológicos, las capacidades nacionales de innovación, y la capitalización del conocimiento medida por la especialización en campos técnicos y mercados.

El segundo pilar, *Condicionantes*, se refiere a los recursos externos y procesos externalizados generados a lo largo de la cadena de valor. La participación en una cadena de valor implica beneficios tales como el acceso a insumos y mercados, pero también aumenta los niveles de exposición tanto a situaciones disruptivas

<sup>8</sup> En Da Ponte *et al.* (2022) se ha aplicado a la soberanía europea en tecnología 5G identificando debilidades y fortalezas como base para proponer líneas de actuación.

FIGURA 3  
COMPONENTES DE ÍNDICE DE SOBERANÍA TECNOLÓGICA (IST)



FUENTE: Da Ponte et al. (2022).

como a los recursos y decisiones de otros actores. Para simplificar el modelo y el análisis, se incluyen dos indicadores compuestos: importaciones críticas de materias primas e insumos relacionados con la tecnología; y cualquier proceso subcontratado que implique un alto valor añadido.

Si bien ambas situaciones generan una dependencia de activos externos, no hay otra opción cuando ciertas materias primas no están disponibles dentro de un territorio, y esto se aborda a través del valor de importación de materias primas críticas, no críticas o de otro tipo. En el caso de los procesos de externalización, este es el resultado de la decisión de la empresa, cuantificada por el valor de importación de los componentes/subsistemas seleccionados y la balanza de pagos tecnológica.

El tercer pilar son los *Impulsores de Soberanía Tecnológica*, definidos por aquellos activos no explotados o subutilizados por una parte interesada cuyo aprovechamiento permitiría la gestión y reduciría las dependencias estructurales e informativas críticas y unilaterales. Este pilar está compuesto por la resiliencia en el capital humano, la producción y la logística, así como la dependencia crítica de las materias primas, que se refiere a la resiliencia de las cadenas de suministro: la capacidad de volver al rendimiento operativo normal dentro de un plazo soportable y la capacidad de mantener un funcionamiento regular a pesar de las interrupciones.

En mi opinión, la elaboración precisa y el seguimiento del IST para tecnologías críticas es un camino necesario para poder realizar un seguimiento y monitorización

de la evolución de la soberanía tecnológica europea y estimar cómo pueden mejorarse en un plazo temporal determinado sobre una base sólida anclada en la denominada «política tecnológica basada en la evidencia» preconizada por la Comisión Europea.

##### 5. El papel de la soberanía tecnológica: concepto y tipos de soberanía influidos por la tecnología

Se ha indicado previamente que la soberanía tecnológica es un elemento clave para poder obtener un nivel de autonomía estratégica suficiente para poder tomar decisiones sin condicionantes externos. Sin embargo, la autonomía estratégica no se consigue únicamente a través de la soberanía tecnológica y deben tenerse en cuenta, al menos, cuatro tipos diferentes de soberanía que han adquirido gran relevancia en su relación con la tecnología: soberanía energética, industrial, militar y digital.

Todos los tipos de «soberanía» mencionados se basan en la existencia de un nivel subyacente de soberanía tecnológica suficiente que los posibilite, tal y como se indica esquemáticamente en la Figura 4<sup>9</sup>. Esta influencia de la tecnología es creciente y, como se analizará seguidamente, afecta a todas ellas.

Asimismo, aunque en un plano diferente, también se habla de soberanía económica o financiera referida a «la determinación de las reglas económicas propias del sistema de una nación o país, o al manejo de sus activos económicos y la administración de sus finanzas»<sup>10</sup>. Eso no quiere decir que la soberanía económica y financiera sea un objetivo irrenunciable para todos los países; en el caso de la UE, los Estados miembros que han adoptado como moneda el euro, han decidido voluntariamente ceder gran parte de su soberanía

monetaria buscando, precisamente, una mayor estabilidad. A pesar de que este ámbito de soberanía empieza a verse influida significativamente por la tecnología, no será objeto de análisis en el presente artículo<sup>11</sup>.

Seguidamente, se describen las características generales de estos cuatro tipos de soberanía, enfatizando más la soberanía digital:

##### Soberanía energética

Se refiere a la capacidad por parte de un país de adoptar decisiones sobre las fuentes de energía a utilizar en base a disponer de las materias primas y las infraestructuras de generación, procesamiento y distribución en condiciones adecuadas para poder cubrir la demanda y realizar una transición energética controlada a fuentes menos contaminantes.

Actualmente, este es un tema de gran relevancia en muchos países al haberse adoptado como un objetivo esencial de sus gobiernos la necesidad de efectuar una rápida transición desde fuentes de energía fósiles a fuentes renovables (solar, eólica, biomasa, hidrógeno verde) en el contexto de los acuerdos internacionales para limitar la emisión de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero, y mitigar con ello las consecuencias del cambio climático. Esta voluntad política choca, no obstante, con la realidad.

En el caso de la UE este cambio es especialmente relevante puesto que a las condiciones existentes de una fuerte dependencia de gas y petróleo externo a la UE (de Rusia, Estados Unidos, de Nigeria o de Oriente Medio) para cubrir sus necesidades se une la necesidad de disminuir drásticamente el consumo de carbón interno. Eventos externos inesperados o no controlados que afectan a la fiabilidad de estos suministros como ha sucedido con la guerra de Ucrania (p. ej., el atentado sobre el gasoducto Nord Stream 2) han hecho que la

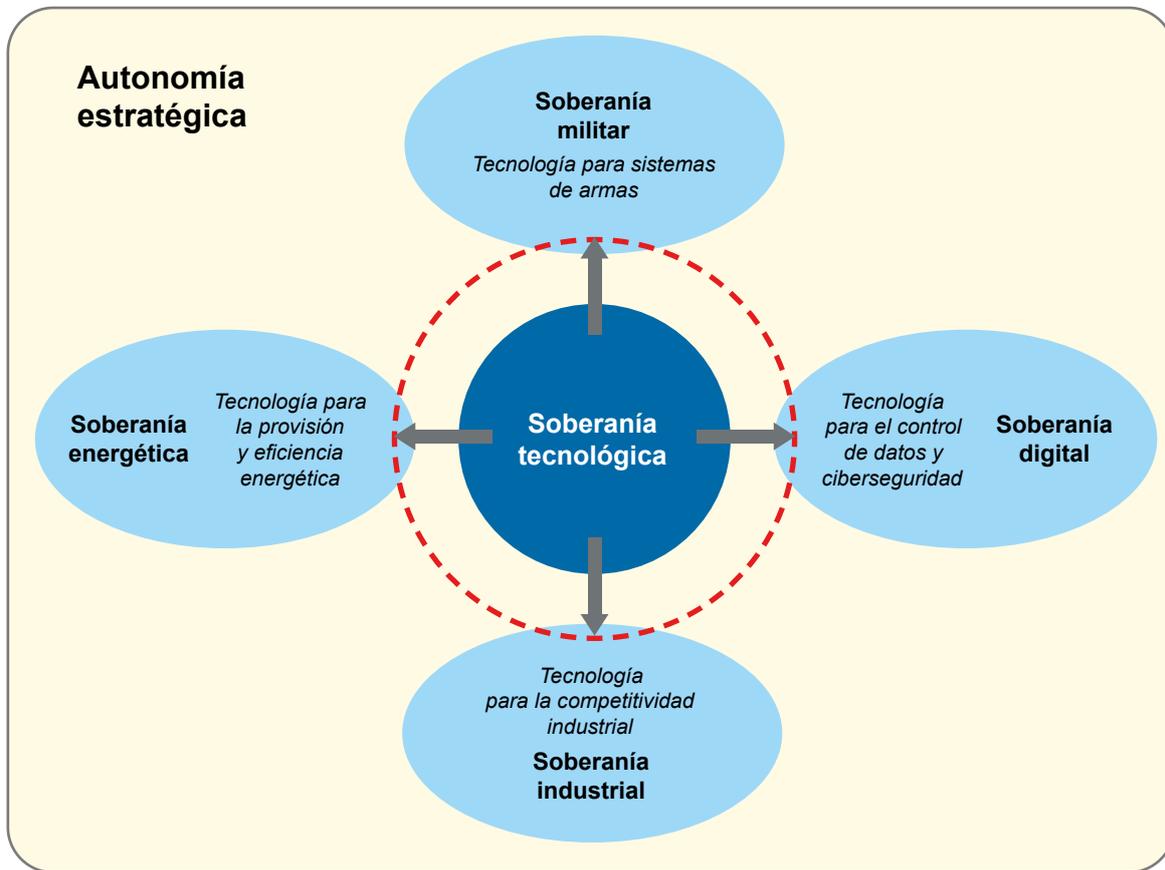
<sup>9</sup> Es posible ver en el mismo plano la soberanía industrial, la digital y la tecnológica con intersecciones entre ambas visibilizando también la soberanía económica. En el contexto del presente artículo he preferido considerar la soberanía tecnológica como el elemento que las relaciona.

<sup>10</sup> <https://concepto.de/soberania/> (último acceso el 12 de enero de 2023).

<sup>11</sup> Este sería el caso de tecnologías como *blockchain* (cadenas distribuidas de bloques) que están sirviendo de base al desarrollo de criptomonedas que algunos países empiezan a utilizar, aunque con una frágil regulación a nivel mundial.

FIGURA 4

CONTRIBUCIÓN DE LA SOBERANÍA TECNOLÓGICA A LA AUTONOMÍA ESTRATÉGICA



FUENTE: Elaboración propia.

soberanía energética de la UE se resienta en momentos clave y retrase el cumplimiento de los objetivos de la deseada transición energética<sup>12</sup>.

La paradoja de la UE al imponer sanciones a Rusia y apoyar decididamente a Ucrania, incluso con material

militar, al mismo tiempo que se han mantenido, aunque de forma decreciente, las compras de gas a Rusia durante el año 2022 reflejan, claramente, la dificultad de implementar los procesos de transición cuando la soberanía energética es limitada. La UE, con fuertes limitaciones para imponer precios de productos energéticos fósiles en los mercados internacionales, tiene una débil posición<sup>13</sup>.

<sup>12</sup> El balance energético de la UE, en 2020, estuvo compuesto por un 34,5% de petróleo y derivados, un 23,7% de gas natural, un 17,4% de renovables, un 12,7% de energía nuclear y un 10,5% de combustibles fósiles sólidos con grandes diferencias de un Estado miembro a otro. En 2020, el país con la mayor proporción de necesidades energéticas satisfechas por las importaciones rusas en la UE era Lituania (96,1%), seguido de Eslovaquia (57,3%) y Hungría (54,2%). El menos dependiente era Chipre (1,7%), seguido de Irlanda (3,2%) y Luxemburgo (4,3%).

<sup>13</sup> La búsqueda de suministradores alternativos (p. ej., gas licuado procedente de Estados Unidos) no ayuda a reducir los precios y requiere inversiones elevadas de infraestructuras de licuefacción o gasoductos o hidroductos (p. ej., submarinos) que requieren tiempo para que sean plenamente operativas.

La influencia de la tecnología en este tipo de soberanía es enorme puesto que la transición energética hacia un mayor uso de energías renovables implica disponer de fuentes energéticas alternativas eficientes y no contaminantes a precios competitivos que compensen la reducción acordada de fuentes fósiles y que asegure un suministro estable en todas las condiciones atmosféricas. La producción de hidrógeno verde y pilas de combustible requiere aún largos procesos de desarrollo; y la energía de fusión se encuentra todavía a dos décadas de su despliegue y utilización real.

Si centramos la atención en la energía solar fotovoltaica se parte de una débil posición de la UE en la cadena de valor: poco peso en materiales, nada en obleas ni en fabricación de células solares, y marginal en módulos y paneles solares. La pregunta pertinente desde el punto de vista de la soberanía energética es si en estas condiciones la UE puede basar su política de transición energética en la energía solar fotovoltaica sin hacer un esfuerzo considerable en controlar o asegurar la resiliencia de la cadena de valor de esta tecnología.

### Soberanía industrial

Se refiere a la capacidad de un país de adoptar decisiones en relación con su sector industrial tanto en el acceso a las materias primas y componentes que requieren como a los equipamientos necesarios para asegurar la máxima calidad y competitividad internacional de los productos generados.

El objetivo estratégico perseguido es el de mantener un peso de la industria europea en un nivel suficiente para atender las necesidades internas de productos avanzados y mantener el impulso exportador de bienes y servicios industriales competitivos en los mercados globales. Eso implica recuperar, como mínimo, el 20 % del peso de la industria en el PIB europeo. Actualmente, la producción industrial europea está distribuida de forma poco homogénea entre Estados miembros (Eurostat, 2022).

La soberanía industrial está muy relacionada con la soberanía digital y la soberanía tecnológica en el contexto de lo que se ha denominado *industria 4.0* lo que implica la automatización de la producción con la inclusión de tecnologías como robótica inteligente, sensores distribuidos con capacidad de procesamiento (IoT)<sup>14</sup>, digitalización de la cadena logística, y una mayor inteligencia y flexibilidad de las cadenas de producción.

Un elemento geopolítico clave relacionado con la soberanía industrial es la caracterización y procedencia de los suministradores para la industria europea. Tras ello subyace la necesidad de asegurar un alto grado de confianza en los proveedores y en las cadenas globales de provisión. Las regulaciones de la UE sobre productos críticos intentan mejorar la resiliencia de estas cadenas globales. Alemania, con el 27 % de la producción industrial europea, sigue siendo un país clave para la UE teniendo en cuenta que sus proveedores situados en el resto de la UE son muy importantes en la economía de otros Estados miembros; de este hecho deriva que la política industrial de la UE esté muy condicionada por la evolución de la industria alemana y el mantenimiento de flujos comerciales intensos.

Un elemento clave para mejorar la soberanía industrial de la UE ha sido la puesta en marcha de los denominados Proyectos Importantes de Interés Común Europeo (IPCEI, por sus siglas en inglés), aprobados con el liderazgo industrial en algunas áreas fundamentales para la competitividad europea modificando el marco de ayudas de Estado para incrementar su interés. Se trata, por tanto, de buscar una diferenciación en el mercado único en áreas en las que la UE se juega mucho estratégicamente<sup>15</sup>.

Hasta ahora se han propuesto IPCEI en el ámbito de los microprocesadores, en el de las baterías, en el

<sup>14</sup> Internet de las cosas (*Internet of Things*).

<sup>15</sup> Para los defensores a ultranza de un mercado único sin excepciones, los IPCEI como parte de la política industrial de la UE ha sido criticado. Se aduce que la elección de los temas es poco transparente y que las ayudas de Estado generarán problemas a nivel internacional (Poitiers y Weil, 2022).

hidrógeno o el de salud (anunciado en marzo de 2022) con la participación de empresas de muchos países europeos aportando recursos propios. Obsérvese la estrecha interacción con la soberanía energética presentada anteriormente: tecnología, industria y energía van de la mano en la UE para mejorar su soberanía.

### Soberanía militar

Se trata de disponer de la capacidad para decidir y atender directamente las necesidades operativas de intervención militar y de disponibilidad de los medios humanos y materiales requeridos para ello sin la necesidad de depender de las decisiones y recursos de otras naciones.

La UE no dispone de una soberanía real en defensa y seguridad para poder tomar decisiones sin el concurso de Estados Unidos. Más allá de las decisiones que se tomen colectivamente en el marco de la OTAN o por los Estados miembros de la UE, la realidad es que ante un conflicto como el de la guerra en Ucrania que afecta directamente a la UE, su capacidad de actuación es limitada y depende de contribuciones «voluntarias» de los Estados miembros en ayuda económica y militar, pero sin intervención directa. El acuerdo adoptado a principios de enero de 2023 para reforzar la cooperación entre la UE y la OTAN en la protección de infraestructuras críticas refleja ese alineamiento.

Una parte esencial de esta soberanía militar, muy ligada a la soberanía industrial en el sector específico de la defensa es ser capaces de disponer de material militar y de armamento con capacidades propias sin necesidad de depender de proveedores externos en sistemas claves para su defensa que dependen de tecnologías muy avanzadas (León, 2020). En la situación actual, debe reconocerse que la industria de defensa europea no es capaz de proporcionar todo el equipamiento militar que requieren las fuerzas armadas de los distintos Estados miembros; sobre todo, aquellos sistemas más avanzados tecnológicamente. Eso ha llevado a dos problemas relevantes: la dependencia de la

adquisición de sistemas de armas de otros países, básicamente de Estados Unidos, y la necesidad de operar con múltiples sistemas de armas no totalmente interoperables dada la independencia de cada Estado miembro en nutrir a sus ejércitos con sistemas nacionales o del país que decida.

En esta situación se ha incrementado el debate estratégico sobre lo que debe hacer la UE (Csernatori, 2021a,b). Su origen se remonta a junio de 2016 con la publicación de la *EU's Global Strategy* (EUGS) en la que se asientan los conceptos de autonomía estratégica en las agendas de seguridad y asuntos exteriores de la Unión. A partir de ese momento el debate ha sido intenso con la publicación de múltiples informes y algunas actuaciones, pensando que habría tiempo suficiente; no es así.

El 21 de marzo de 2022, el Consejo de la Unión Europea aprobó la denominada *Brújula Estratégica* (BE) con el fin de dotar a la UE de un ambicioso plan de acción para reforzar su política de seguridad y defensa en el decenio 2020-2030 y con el claro objetivo de que se convierta en un proveedor de seguridad más fuerte y capaz. Deberá superar, sin embargo, diferencias significativas históricas entre las prioridades de los Estados miembros, aunque la guerra de Ucrania ha cambiado percepciones, recursos asignados y prioridades, acelerando la integración de sistemas tecnológicos en defensa.

Desde el punto de vista industrial y tecnológico, los esfuerzos realizados en el seno de la UE para mejorar la situación a través de una coordinación mayor de la industria de defensa con la creación de la Agencia Europea de Defensa (EDA, por sus siglas en inglés) o la financiación de actividades de investigación y desarrollo a través del presupuesto comunitario con la creación del Fondo Europeo de Defensa (EDF, por sus siglas en inglés) no es suficiente para revertir la situación dado que sus recursos son escasos y se cuenta, además, con la posición de países muy importantes que prefieren no ceder competencias en este ámbito a la Unión.

Sí se ha avanzado en el desarrollo tecnológico de sistemas de armas de nueva generación con la participación

y financiación de algunos grandes países. El caso del avión de combate europeo promovido por Francia, Alemania y España es paradigmático del interés común, pero también de los problemas de gobernanza entre las industrias de defensa de los países participantes.

## Soberanía digital

La generalización del acceso a Internet para la utilización de un conjunto muy amplio de servicios digitales básicos para la sociedad<sup>16</sup> ha impulsado la relevancia de la denominada soberanía digital. El Foro Económico Mundial la define como «la capacidad de tener el control sobre su propio destino digital: los datos, el hardware y el software en los que confía y crea». Para la UE este concepto ha emergido recientemente como una forma de promover el liderazgo europeo y su autonomía estratégica en el campo digital con impactos en muchos otros tipos de soberanía.

Si bien la soberanía digital se refiere, generalmente, al hecho de que un Estado (gobierno) o una organización debe establecer su autoridad para ejercer sus poderes en el ciberespacio, también afecta a cuestiones como la dependencia tecnológica (ejercida sobre aquellas tecnologías requeridas para proporcionar productos y servicios digitales al usuario), las medidas legislativas y operativas sobre ciberseguridad o el control sobre los datos personales del usuario.

Desde un punto de vista más técnico, las *plataformas de servicios digitales* constituyen la base para operar los servicios digitales. Todas ellas están basadas en la captura, almacenamiento, procesamiento e intercambio de datos personales o corporativos. Alrededor de ellas, se han creado grandes empresas cuyo valor bursátil en pocos años ha superado a las de sectores tradicionales. No es extraño, por tanto, que los gobiernos

hayan fijado en ellas gran parte de la atención regulatoria y la disputa en términos geopolíticos por el impacto e influencia que ejercen sobre millones de usuarios.

La Figura 5 indica en términos cualitativos el valor bursátil de las plataformas digitales más relevantes del mundo (a diciembre de 2021). La situación comparada de la UE en relación con las plataformas digitales a nivel mundial es claramente deficitaria. Europa es claramente dominada no solo por las grandes empresas de Estados Unidos, sino también por las plataformas digitales con sede en Asia y Pacífico.

Desde un contexto geopolítico, la relevancia de las plataformas digitales y de las entidades que las gestionan procede no solo de su número de usuarios, sino también del control de la información que se procesa en las mismas, con mensajes y recomendaciones personalizadas y georreferenciadas, apoyados por sofisticados algoritmos de inteligencia artificial que aprenden del comportamiento de millones de usuarios. Más relevante aún por el enorme valor que pueden tener en la influencia en la opinión de la sociedad sobre temas tan diversos como los económicos, sociales y políticos<sup>17</sup>.

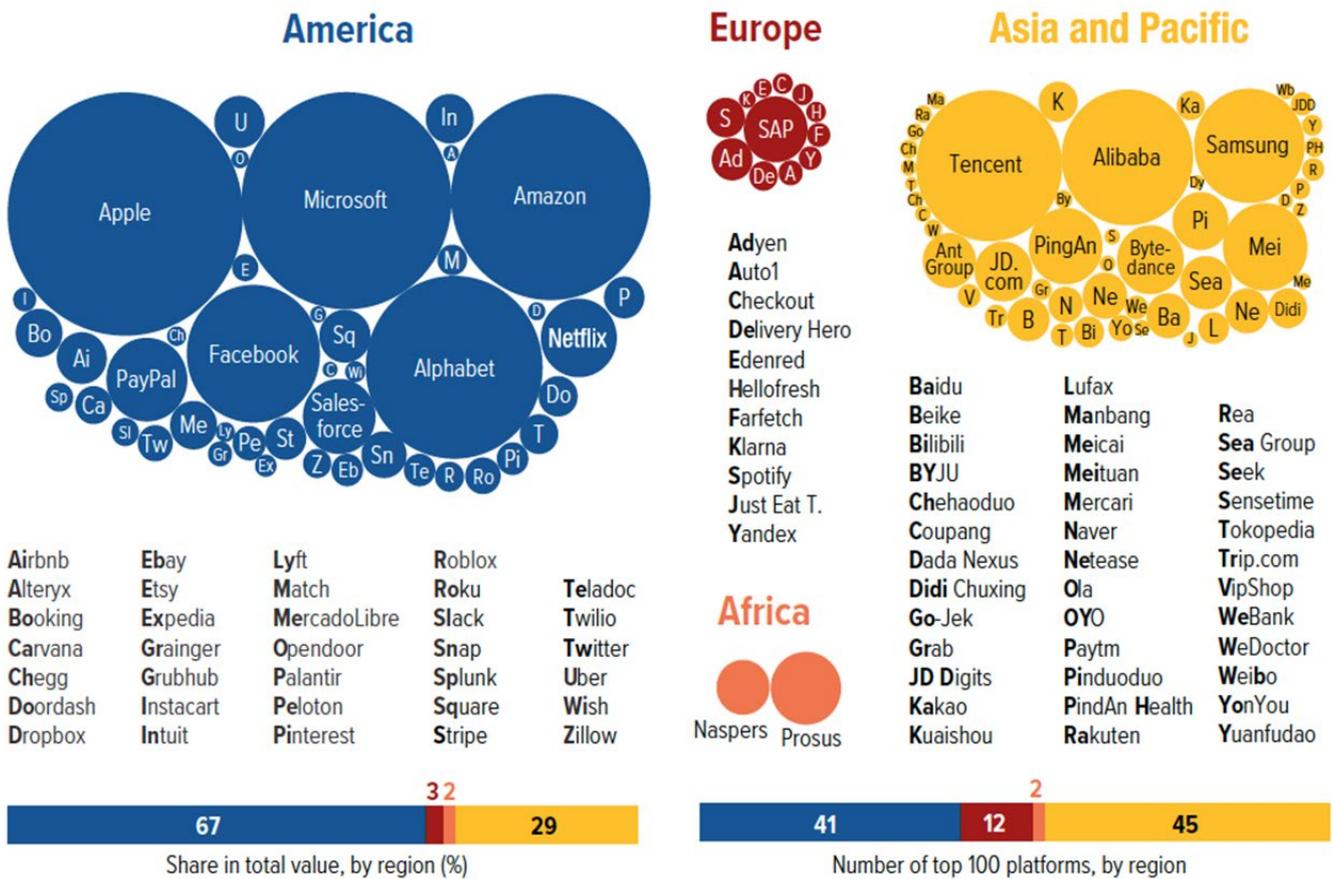
Una de las consecuencias de esta situación de debilidad europea es que la gran mayoría de los usuarios europeos utiliza diariamente plataformas digitales no europeas a través de aplicaciones en las que sus datos se recogen, procesan, utilizan (posiblemente con fines comerciales) y almacenan en servidores para él desconocidos y, probablemente, situados fuera de la UE. Esta debilidad europea también se manifiesta en el creciente uso de múltiples servicios digitales en la nube, empleados por todo tipo de instituciones oficiales europeas que implica almacenar información en grandes servidores situados en cualquier lugar comprometiendo el nivel de soberanía digital europea sobre datos críticos.

<sup>16</sup> Servicios ligados al comercio electrónico, financieros, Administraciones públicas, seguridad y defensa, salud, educación, entretenimiento, comunicaciones interpersonales, redes sociales, etc., así como los que permiten incrementar la ciberseguridad aplicados a todos los anteriores.

<sup>17</sup> Algunas de las plataformas más relevantes (Facebook, YouTube, WhatsApp) superan los 2.000 millones de usuarios en todo el mundo. De las que superan los 1.000 millones de usuarios, las cuatro primeras pertenecen a empresas de Estados Unidos (Facebook, YouTube, WhatsApp, Instagram); la quinta y sexta de ellas (WeChat y TikTok) pertenecen a empresas de China. Ninguna de ellas es europea.

FIGURA 5

PLATAFORMAS DIGITALES RELEVANTES POR CONTINENTE DE ACUERDO CON EL VALOR BURSÁTIL EN DICIEMBRE DE 2020



FUENTE: Schmidt (2021, como se citó en Burwell y Propp, 2022).

Son numerosas las discusiones sobre la forma en las que las empresas que poseen estas grandes plataformas digitales están o deben estar controladas por los gobiernos y las consecuencias de ello. En el caso de TikTok, la discusión política en Estados Unidos ha estado centrada desde 2020 en evaluar si ByteDance, la empresa china propietaria de la red social, protege suficientemente los datos de los usuarios de su acceso por el Gobierno chino (Gray, 2021) y si este está utilizando

la plataforma para «influir en los usuarios de Estados Unidos». Problemas no distintos a los que pueden achacarse a otras plataformas digitales de Estados Unidos actuando en otros países (Repnikova, 2022).

La opción adoptada por la UE es actuar de manera defensiva protegiendo su forma de entender el uso de la tecnología digital con objeto de mejorar su soberanía digital. Uno de los principales objetivos de la UE en relación con la soberanía digital ha sido construir un

marco *legislativo y regulatorio digital inteligente y homogéneo*<sup>18</sup> para el conjunto de la Unión, asumiendo diferencias sensibles entre los Estados miembros que, al mismo tiempo que proteja al ciudadano, ofrezca incentivos para la innovación.

Con la aprobación y puesta en marcha del marco legislativo se pretende incrementar la soberanía externa de la Unión apelando a su influencia sobre otros actores. Este fenómeno, conocido globalmente con el nombre de «efecto Bruselas» (Bradford, 2020) tuvo en el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) de 2016 su ejemplo más conocido, puesto que no solo obligó a grandes empresas fuera de Europa a adaptar su forma de proporcionar servicios digitales y manejar los datos de los usuarios en la UE, sino que también otros países tomaron la regulación europea como base para diseñar la suya propia.

Desde entonces, la UE ha realizado un gran esfuerzo para dotarse de una base legislativa, aún en proceso de aprobación, que ofrezca al ciudadano europeo y al mercado interior de una protección superior a la que se encuentra en otros países. Varias legislaciones y regulaciones propuestas por la Comisión Europea se encuentran en proceso de discusión y la UE deberá esperar, si no hay retrasos, hasta 2024 para ver culminado este proceso; algunos años más tarde en los casos en los que sea necesario adaptar las normativas aprobadas al ordenamiento nacional de los Estados miembros (generalmente disponen de periodos de uno a tres años para hacerlo).

También en este proceso juega un papel destacado el esfuerzo para incrementar el nivel de ciberseguridad de la UE, muy fragmentada en los diferentes Estados

miembros, con un incremento muy elevado de ataques con diversos fines y un daño económico elevado, afectando a particulares, empresas, infraestructuras críticas, hospitales y los propios servicios de la Administración<sup>19</sup>.

Ante esta situación, la Comisión Europea ya empezó a preocuparse de la ciberseguridad en 2013 con una primera directiva NIS (Network and Information Security), presentada en julio de 2016, con un objetivo que su título dejaba claro: alcanzar un nivel común de seguridad en toda la UE. El 16 de diciembre de 2020 la Comisión Europea presentó, tras una evaluación de la anterior, una nueva directiva denominada NIS 2.0 que sustituye a la anterior de 2016, que se ha demostrado difícil de implementar en todos los Estados miembros y no cubría todas las necesidades obligando a más entidades y sectores a adoptar medidas de incremento de la ciberseguridad<sup>20</sup> (Negreiro, 2022).

En un mundo digital el poder está en el control de los datos. Convencida la UE de ello, un pilar clave de la estrategia europea sobre los datos ha sido la aprobación de la Ley de Gobernanza de Datos<sup>21</sup>. Con la Ley la UE busca «aumentar la confianza en el intercambio de datos, fortalecer los mecanismos para aumentar la disponibilidad de datos y superar los obstáculos técnicos para la reutilización de datos. También apoyará la creación y el desarrollo de *espacios de datos europeos comunes en ámbitos estratégicos*, con la participación de agentes públicos y privados, en sectores como la salud, el medio ambiente, la energía, la

<sup>19</sup> Como ejemplo de la magnitud económica que ha adquirido este problema, un estudio de 2017 de *Cybersecurity Ventures* indicaba que el coste de rescate de información ante un ataque (*ransomware*) se elevaría a 20.000 millones de dólares de Estados Unidos en 2021, lo que es 57 veces mayor que la cantidad de 2015. El mercado global de seguridad había alcanzado los 150.000 millones de dólares en 2021 y puede alcanzar los 400.000 millones en 2026.

<sup>20</sup> La Directiva se extiende a las pymes y micropymes pero, a petición del Consejo, no se aplicaría a las entidades que llevan a cabo actividades en ámbitos como la defensa y la seguridad nacional, la seguridad pública, la aplicación de la ley y el poder judicial. Los parlamentos y los bancos centrales también están excluidos del ámbito de aplicación.

<sup>21</sup> Entró en vigor el 23 de junio de 2022 y, tras un periodo de gracia de 15 meses, será aplicable a partir de septiembre de 2023 <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/data-governance-act> (último acceso el 12 de enero de 2023).

<sup>18</sup> Estas diferencias también afectan al ritmo de despliegue de tecnologías (p. ej., diferencias en el porcentaje de población y territorio con acceso a comunicaciones 4G o 5G) que dependen de decisiones de priorización de la inversión tomadas por cada país. Lo que sí ha hecho la UE es facilitar el uso de recursos comunitarios en los fondos estructurales y en el programa de *Next Generation EU* indicando la priorización del despliegue de infraestructuras de comunicaciones, aunque las decisiones últimas dependen de los programas elaborados por cada uno de los Estados miembros.

agricultura, la movilidad, las finanzas, la fabricación, la administración pública y las habilidades digitales».

Más allá de sus bienintencionados objetivos, su impacto en el comportamiento de las grandes plataformas digitales en el caso de usuarios individuales, no estratégicos, es reducido. Veremos a partir de 2023 cuál es su efecto real, no solo en Europa sino en la forma en la que Europa puede verse en otros continentes como el africano en el que la competencia entre plataformas digitales y los gobiernos que las respaldan crecerá fuertemente (Teevan y Shiferaw, 2022).

Un ejemplo más de actuación europea es la creación, a propuesta de Francia y Alemania en 2020, de una «nube europea», proyecto denominado Gaia-X cuyo objetivo es crear «un ecosistema digital abierto, transparente y seguro, donde los datos y los servicios puedan estar disponibles, recopilados y compartidos en un entorno de confianza»<sup>22</sup>. Se pretende contrarrestar así la «Ley de la Nube» aprobada en Estados Unidos (US CLOUD Act)<sup>23</sup> que faculta al Gobierno americano a firmar acuerdos bilaterales con otros Gobiernos con el fin de permitir a las agencias encargadas de aplicación de la ley acceder a los datos a través de las fronteras para investigar y enjuiciar delitos, sujeto a un conjunto acordado de procesos y controles negociados entre los dos gobiernos.

Directamente relacionada con la soberanía tecnológica se enmarca el esfuerzo regulatorio de la UE en el ámbito de la *Inteligencia Artificial* de 2021 (European Commission, 2021b) o la propuesta de febrero de 2022 sobre la *Tecnología de Semiconductores* (Chips Act) (European Commission, 2022a) actualmente en discusión. En ambos casos, supone un posicionamiento de la Unión en tecnologías habilitadoras duales de enorme relevancia en todos los sectores económicos.

Dada la *extraterritorialidad* de las regulaciones sobre servicios digitales, su aplicación ha sido fuertemente

controvertida por sus consecuencias sobre la soberanía de terceros países con discusiones político-legales, en especial con Estados Unidos, origen de las grandes empresas multinacionales de servicios digitales que operan en la UE. Mientras que los defensores de un acuerdo argumentan que crearía incentivos para generar y compartir datos, los críticos sostienen que ralentizaría el crecimiento de la economía digital, obstaculizaría el movimiento de datos y aceleraría la monopolización de los datos (Boullenois, 2021). Hay que tener en cuenta que la economía digital (comercio electrónico, *marketing* digital, etc.) está fundamentada en la capacidad de obtener y procesar datos de los usuarios con beneficios económicos. Para algunos autores (Burwell y Propp, 2022) es necesario llegar a un acuerdo constructivo entre la UE y Estados Unidos<sup>24</sup> coordinando sus enfoques en la definición de estándares internacionales abiertos e inclusivos para tecnologías emergentes, sobre todo, frente a China.

La forma en la que la UE ha abordado sus objetivos de soberanía digital difiere de la forma en la que lo hacen otros países como Rusia, China o Turquía en los que la regulación les permite incrementar el control sobre el debate público o sobre determinados grupos sociales de la oposición. Por el contrario, la soberanía digital tal y como se ha regulado en la UE no da a los gobiernos un acceso privilegiado a tecnología o datos ni pretende, en sí misma, reforzar el control sobre la economía digital. Sí ha sido este enfoque el elegido por China a través de empresas controladas por el Gobierno y una legislación que ha permitido al Gobierno recabar ingentes volúmenes de datos de sus ciudadanos lo que, además, le coloca en situación ventajosa para acelerar el aprendizaje de algoritmos de inteligencia artificial.

La presión para limitar la soberanía digital europea en un contexto de conflictos geopolíticos crecientes se

<sup>22</sup> <https://www.data-infrastructure.eu/GAIA/Navigation/EN/Home/home.html> (último acceso el 12 de enero de 2023).

<sup>23</sup> <https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/4943> (último acceso el 12 de enero de 2023).

<sup>24</sup> Una opción válida para estos autores es aprovechar el US-EU Trade and Technology Council (TTC) que puede proporcionar una plataforma útil para construir una cooperación en investigación e innovación entre Estados Unidos y la UE cuya nueva reunión a finales de 2022 ha analizado, de nuevo, este tema.

incrementará. Una opinión del Atlantic Council en 2022, desde la perspectiva de Estados Unidos, lo indica claramente: «La UE ciertamente tiene derecho a regular su economía nacional, incluida su economía digital. Pero en un momento en que las democracias occidentales y sus economías de mercado están cada vez más amenazadas, aquellos que buscan abordar los excesos de la economía digital desde una perspectiva democrática y basada en reglas deberían actuar juntos, no establecer reglas que dificulten la cooperación».

## 6. La batalla global por el talento tecnológico

Desde una perspectiva horizontal, no es posible alcanzar el nivel de soberanía tecnológica deseado si no se dispone del personal cualificado necesario. Este problema, más allá de los recursos para inversiones de capital o el marco regulatorio, es el que está condicionando y ralentizando el cumplimiento de sus objetivos de soberanía tecnológica.

En un estudio realizado por la empresa consultora PwC a empresas de Estados Unidos en enero de 2022 (antes de la invasión de Ucrania por Rusia), ante la pregunta de cuáles eran los mayores riesgos para la empresa de *no cubrir los objetivos previstos* para 2022, las empresas contestaron que el reto más importante era el de adquirir y retener talento, por encima de la continuación de las disrupciones y vulnerabilidades de la cadena de suministros.

La evolución de las matriculaciones de estudiantes en titulaciones STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) no crece en Europa al ritmo de la demanda. No es extraño, por tanto, que las cifras de déficit de puestos de trabajo sin cubrir por falta de personal en la industria puntera sean alarmantes<sup>25</sup>.

Ante esta situación muchos países desarrollados (entre otros, Estados Unidos, Alemania, Reino Unido, Australia, Canadá, incluso Rusia) han puesto en marcha programas específicos para atraer personal cualificado de otros países con visados específicos para obtener rápidamente permisos de trabajo, mucho más difíciles de conseguir para otros tipos de migrantes trabajadores<sup>26</sup>. En otros casos, los programas están enfocados a «recuperar» el talento perdido como hace China con muchos especialistas que han estudiado y se han quedado a trabajar en Estados Unidos. Históricamente, ha sido esta estrategia de «bienvenida» la que ha provocado problemas de índole geopolítico generando un problema estructural de *brain-drain* desde países desarrollados a otros que se ven privados de personas formadas para su propio desarrollo que han buscado «contraprestaciones».

En situaciones de conflicto, como sucede actualmente con la guerra de Ucrania, este movimiento migratorio de personas altamente formadas se acelera. De acuerdo con la *Russian Association for Electronic Communications*, entre 50.000 y 70.000 especialistas TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) han salido de Rusia en los dos primeros meses de conflicto<sup>27</sup>. En Bielorrusia, el 20% de sus expertos TIC (unas 20.000 personas) han salido del país desde el año 2020. Es probable que las sanciones occidentales, la prolongación del conflicto bélico y la movilización decretada en Rusia continúen alimentando este éxodo; al menos, para los que puedan salir.

Un ámbito en el que las necesidades de personal especializado se entrecruzan con confrontaciones geopolíticas es el de la tecnología de semiconductores. La capacidad de fabricación de semiconductores avanzados de la que depende gran parte del suministro mundial se concentra en Taiwán, fundamentalmente en el ecosistema de

<sup>25</sup> En el caso de Estados Unidos, por ejemplo, hay casi 11 millones de empleos vacantes, mientras que los desempleados en todo el país son apenas más de 6 millones, según la Oficina de Estadísticas Laborales de Estados Unidos. <https://www.seidor.com/en-us/blog/talent-shortage-enterprises-challenges-and-dilemmas> (último acceso el 4 de diciembre de 2022).

<sup>26</sup> Como ejemplo, Alemania dispone de una nueva Ley para migración altamente especializada con un procedimiento rápido de concesión de visados. <https://www.make-it-in-germany.com/en/visa-residence/skilled-immigration-act> (último acceso el 4 de diciembre de 2022).

<sup>27</sup> <https://www.aei.org/op-eds/skilled-workers-are-fleeing-russia-lets-welcome-them/> (último acceso el 6 de diciembre de 2022).

Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC), la mayor empresa fabricante del mundo. Ello puede tener una consecuencia relevante al actuar como un «escudo de silicio» (*silicon shield*) que protege la seguridad de la isla porque China no puede obligar a Taiwán a unificarse con China continental sin arriesgarse a una guerra con Estados Unidos que podría destruir la compañía, que China considera un valor estratégico para conseguir mejorar su acceso a tecnología de fabricación más avanzada de la que posee (Sparks, 2022).

En relación con los recursos humanos, el Gobierno de China también reconoce que la producción de semiconductores depende tanto de disponer de los recursos humanos especializados como de equipos de fabricación de última generación. Un agravamiento del conflicto incrementando las posibilidades de un ataque chino contra Taiwán, aunque solo se trate de un bloqueo naval, podrían provocar una fuga masiva de los ingenieros más valiosos, que podrían huir del campo de batalla potencial para recalar en otros países del bloque occidental. China es consciente de que conseguir, en última instancia, una fábrica avanzada de semiconductores sin disponer del personal especializado para operarla sería inútil a corto plazo.

## 7. España en el contexto de la soberanía tecnológica europea

La problemática presentada en el presente artículo sobre la soberanía tecnológica tiene unos fundamentos y un marco de aplicación global. No hay mercados tecnológicos locales que justifiquen el desarrollo de tecnologías disruptivas. Ni siquiera Estados Unidos o China lo pueden hacer.

Ese hecho es compatible, como se ha presentado en el caso de la UE, con la elaboración de una estrategia tecnológica a largo plazo que, complementada por un marco legislativo y regulatorio inteligente, permita mejorar la situación en algunas tecnologías como está intentando hacerse en semiconductores o en inteligencia artificial por citar dos tecnologías habilitadoras de gran relevancia.

Si descendemos en el marco geográfico de reflexión al caso de España, con 47 millones de personas, pero que, en términos del *Índice sintético de innovación*<sup>28</sup>, publicado en septiembre de 2022 por la Comisión Europea (European Innovation Scoreboard [EIS], 2022), se encuentra por debajo de la media de la UE (véase Figura 6), formando parte de los países denominados «innovadores moderados», aunque mejorando levemente con respecto a los datos de 2015 y 2021.

Esos datos de innovación deben complementarse con los buenos resultados de la participación española en el programa marco de investigación e innovación de la UE. En el programa Horizonte 2020 (2014-2020) ya finalizado, España ocupó el cuarto lugar entre los países europeos en los retornos económicos obtenidos, por encima de su contribución al presupuesto comunitario, y la generación de conocimiento científico que en 2022 posicionó a España como el décimo país del mundo en documentos citables.

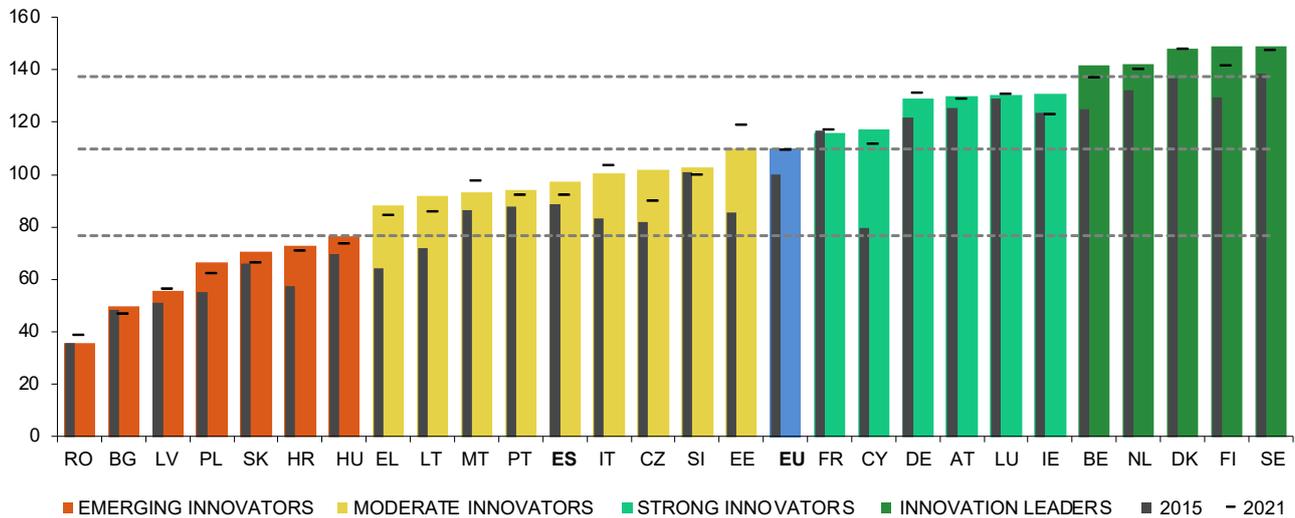
Muchos de los problemas de soberanía tecnológica que se han señalado en relación con la UE también son aplicables a España. En mi opinión, dada la situación de partida, España tiene que formular su *estrategia de contribución a la mejora de la soberanía tecnológica de la UE* buscando focalizar su esfuerzo en aquellas áreas tecnológicas en las que mantenga una mejor posición y sepa crear el contexto más favorable con una visión de fortalecimiento de su papel en la UE a largo plazo.

No se pretende, en absoluto, que España sea «soberana tecnológicamente» sino que juegue un papel relevante en el esfuerzo que, en ese sentido, haga la UE. Para ello, existen, a mi juicio tres ejes en los que deberá centrarse y que detallaré posteriormente:

- Concentrar los recursos disponibles en un número reducido de áreas tecnológicas en las que se disponga de recursos y capacidades suficientes, y puedan alinearse con las prioridades de la UE.

<sup>28</sup> Se trata de un índice constituido por 32 indicadores individuales que se presenta anualmente y que permite evaluar la situación comparada y también la evolución de un mismo país en el tiempo.

FIGURA 6  
EUROPEAN INNOVATION SCOREBOARD



FUENTE: EIS (2022).

- Aplicar y completar el marco regulatorio tecnológico de la Unión transponiendo las directivas de forma diligente para reforzar el marco nacional y crear un marco inteligente y atractivo para inversiones tecnológicas.

- Disponer de los recursos humanos adecuados para cubrir las necesidades del tejido industrial y de las Administraciones españolas.

El primero de los aspectos indicados, concentrar los recursos en un número reducido de áreas tecnológicas, implica una elección de sectores industriales en los que pueda apostar por un papel relevante en el contexto europeo. La oportunidad para España ha venido de la mano de los fondos de *Next Generation EU* y, particularmente, de la puesta en marcha en 2022 de los denominados PERTE (Proyectos Estratégicos para la Recuperación y Transformación Económica)<sup>29</sup>. Con ellos, se pretende impulsar con recursos significativos la posición industrial en áreas prioritarias buscando la

creación de ecosistemas innovadores estables a largo plazo con intensa cooperación público-privada.

Los PERTE deben complementar y no sustituir a la voluntad de participar con mayor fuerza (en recursos y liderazgo) en actuaciones de la UE (y de la Agencia Europea del Espacio) en las que el tejido empresarial español, cooperando con el sistema público, pueda tener un liderazgo concreto. Citaré dos ejemplos muy conectados con la soberanía tecnológica de Europa: el PERTE aeroespacial, y el PERTE de microelectrónica y semiconductores.

En el caso aeroespacial casi la mitad de los recursos asignados están ligados a la contribución española a la Agencia Europea del Espacio. Eso hace que España pueda liderar nuevas misiones y permita un escenario a medio y largo plazo de fortalecimiento del sector espacial que es global. España es uno de los cinco grandes países europeos con capacidad espacial en el diseño de satélites y contribuirá, decisivamente, a que la UE se consolide aún más a nivel mundial.

<sup>29</sup> 11 de ellos han sido aprobados hasta noviembre de 2022.

En el caso de los semiconductores, España sufre de los mismos problemas que Europa, afectándole la crisis de las cadenas de provisión a la industria del automóvil, a los electrodomésticos o a la aeroespacial. La mejora de la soberanía tecnológica en España pasaría por disponer de capacidades de fabricación local de semiconductores avanzados, ahora marginal, fortalecer el diseño microelectrónico (sin fabricación) y fortalecer las alianzas con el sector europeo mediante la participación en el IPCEI de microelectrónica. No es un recorrido sencillo y, sobre todo, la posibilidad de convencer a grandes empresas fabricantes de semiconductores a instalarse en España aún está en el aire.

El segundo de los aspectos se refiere no solo a la transposición de directivas europeas, sino a adoptar una postura anticipatoria que permita usar España como campo de pruebas regulatorios (*regulatory sandbox*) en áreas emergentes que puedan, en una fase posterior, servir de base al establecimiento de regulaciones europeas. Una regulación avanzada en el ámbito de drones, incluido también en el PERTE aeroespacial, el de vehículos autónomos, con un PERTE propio, o el de dispositivos médicos inteligentes, podrían mejorar significativamente la contribución española a la soberanía europea.

Finalmente, el tercero de los aspectos, los recursos humanos, requiere un planteamiento más a largo plazo. España sufre de una reducción de estudiantes en titulaciones STEM desde hace años que es necesario corregir con políticas activas de promoción. Tampoco disponemos de una política migratoria de atracción de especialistas tecnológicos de alto nivel que consideren España como su lugar de desarrollo profesional, y no retenemos fácilmente al personal formado en áreas muy demandadas para cubrir la demanda futura<sup>30</sup>. Si el resto de la UE requiere como

parece, más personal especializado, la presión sobre los recursos humanos españoles será mayor.

## 8. Conclusiones

El reconocimiento de la existencia de interdependencias tecnológicas entre países (o entre entidades claves situadas en los mismos, incluyendo entidades multinacionales) es percibido no solo como un problema que debe limitarse o reducirse en algunas tecnologías críticas mediante estrategias de desacoplamiento tecnológico, sustituyéndolas por capacidades propias, sino también como una oportunidad para el fortalecimiento de alianzas tecnológicas a largo plazo en un contexto internacional.

Soy consciente de que no será posible idear y consolidar estas estrategias limitándolas exclusivamente al ámbito tecnológico. El valor de las alianzas en un mundo crecientemente multipolar va a encontrar su nivel máximo cuando las interdependencias tecnológicas se enmarquen en interdependencias ligadas a acuerdos económicos, políticos y defensivos entre países que asumen un conjunto de valores y principios comunes.

El reto de la UE para reafirmar su posición internacional ante el desarrollo de tecnologías emergentes implica un cambio profundo de las prioridades políticas de la Unión que deberá consolidarse y profundizarse en los próximos años alterando el régimen competencial entre las instituciones comunitarias y los Estados miembros. Esta tendencia se ha manifestado no solo en un esfuerzo regulatorio sobre el uso de las tecnologías con un impacto internacional relevante en el que no solo ha tenido éxito (el conocido *efecto Bruselas*) en ámbitos como el de la protección de datos, la regulación de los mercados digitales o la inteligencia artificial, sino también como una herramienta esencial para alcanzar el pretendido objetivo de elevar la autonomía estratégica de la UE.

En mi opinión, no va a ser posible adoptar y mantener una postura reactiva ante la maduración de las tecnologías emergentes en la que la sociedad europea destine

<sup>30</sup> Un análisis preliminar realizado en torno a las necesidades de personal realizadas por AMETIC y un conjunto de universidades que he coordinado en el otoño de 2022 para contrastar la demanda en el PERTE de microelectrónica y semiconductores con la oferta educativa, demuestra que, si las estimaciones del sector empresarial son correctas, la oferta actual no cubre más que el 20% de la oferta requerida hasta 2027. Ello obligará a un esfuerzo considerable de promoción, formación, reciclado y actualización de conocimientos del personal existente, así como de atracción de expertos de otros países.

su esfuerzo a la adquisición de sistemas tecnológicos del exterior «llave en mano» porque ello le conduciría a una situación irreversible de pérdida de relevancia en los asuntos mundiales; su posicionamiento internacional estaría ligado, exclusivamente, a su papel de «gran mercado tecnológico» sofisticado, pero sin capacidad de imponerse en el concierto mundial y con una evolución demográfica previsible que juega en su contra.

Vislumbrar la evolución futura de la Unión y su peso en el concierto mundial es un ejercicio necesario que refleja también las dificultades en alcanzarlo y los riesgos de caer en el escenario de una Europa dependiente tecnológicamente de otras grandes potencias tecnológicas que no es el deseable si quiere preservar su relevancia mundial.

Únicamente mediante una acción decidida y coordinada a largo plazo de las instituciones comunitarias y los Estados miembros, promoviendo una política tecnológica europea asertiva y prolongada en el tiempo, junto con una visión inteligente para potenciar las necesarias alianzas internacionales equilibradas con países aliados, al mismo tiempo que se fortalezcan las relaciones comerciales con otros muchos en redes de provisión globales, podrá hacerlo efectivo (Ringhof y Torreblanca, 2022).

España tiene una oportunidad, y también una responsabilidad, para contribuir a la mejora de la soberanía tecnológica europea concentrando recursos, disponiendo de un marco regulatorio avanzado, y formando y reteniendo al personal especializado que requiera. Es un reto a largo plazo, pero en el que nos jugamos mucho.

## Referencias bibliográficas

- Borrell, J. (2022). *Staying on course in troubled waters. EU foreign policy in 2021*. European Union External Action. ISBN 978 92-9463-089-6.
- Boullenois, C. (2021). China's Data Strategy: Creating a state-led market. *European Union Institute for Security Studies (EUISS)*. October 6.
- Bradford, A. (2020). *The Brussels Effect. How the European Union Rules the World*. Oxford University Press. ISBN-13: 9780190088583.
- Burwell, F. G., & Propp, K. (2022). *Digital Sovereignty in Practice: The EU's Push to Shape the New Global Economy*. Atlantic Council. Europe Center. October. ISBN-13: 978-1-61977-254-0.
- Csernaton, R. (2021a). The EU's Defense Ambitions: Understanding the Emergence of a European Defense Technological and Industrial Complex. December. *Carnegie Europe Endowment for International Peace*. [https://carnegieendowment.org/files/Csernaton\\_EU\\_Defense\\_v2.pdf](https://carnegieendowment.org/files/Csernaton_EU_Defense_v2.pdf)
- Csernaton, R. (2021b). The EU's Rise as a Defense Technological Power: From Strategic Autonomy to Technological Sovereignty. *Carnegie Europe*. August. <https://carnegieeurope.eu/2021/08/12/eu-s-rise-as-defense-technological-power-from-strategic-autonomy-to-technological-sovereignty-pub-85134>
- Da Ponte, A., León, G., & Álvarez, I. (2022). Technological sovereignty of the EU in advanced 5G mobile communications: An empirical approach. *Telecommunications Policy*, 47(7), 102459. October. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2022.102459>
- Dupré, B. (2022). European sovereignty, strategic autonomy, Europe as a power: what reality for the European Union and for what future? European Issue No. 620. *Fondation Robert Schuman*. January 24. <https://www.robert-schuman.eu/en/european-issues/0620-european-sovereignty-strategic-autonomy-europe-as-a-power-what-reality-for-the-european-union>
- Edler, J., Blind, K., Kroll, H., Schubert, T. (2021). *Technology Sovereignty as an Emerging Frame for Innovation Policy-Defining Rationales, Ends and Means* (Fraunhofer ISI Discussion Papers Innovation Systems and Policy Analysis No. 70). Karlsruhe. July.
- EIS. (2022). *European Innovation Scoreboard*. September. [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/statistics/performance-indicators/european-innovation-scoreboard\\_en#european-innovation-scoreboard-2022](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/statistics/performance-indicators/european-innovation-scoreboard_en#european-innovation-scoreboard-2022)
- European Commission. (2020). *A New Industrial Strategy for Europe. Communication from the Commission*. COM(2020) 102 final.
- European Commission. (2021a). *Updating the 2020 New Industrial Strategy: Building a stronger Single Market for Europe's recovery. Communication from the Commission*. COM(2021) 350 final.
- European Commission. (2021b). *Laying Down Harmonised Rules on Artificial Intelligence (Artificial Intelligence Act) And Amending Certain Union Legislative Acts*. COM(2021) 206 final. Brussels, 21.4.2021.
- European Commission. (2022a). *A Chips Act for Europe. Communication from the Commission*. COM(2022) 45 final. February.

- European Commission. (2022b). *EU strategic dependencies and capacities: second stage of in-depth reviews*. SWD(2022) 41 final. Commission Staff Working Document. Brussels, 22.2.2022.
- European Commission. (2022c). *A New European Innovation Agenda. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions*. COM(2022) 332 final. Brussels, 5.7.2022.
- Eurostat. (2022, August). Industrial production statistics. *Eurostat statistics explained*. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Industrial\\_production\\_statistics#:~:text=The%20latest%20data%20from%20Eurostat,in%202021%20compared%20with%202020.&text=In%20nominal%20terms%2C%20the%20EU's,2021%2C%20by%20almost%2014%20%25](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Industrial_production_statistics#:~:text=The%20latest%20data%20from%20Eurostat,in%202021%20compared%20with%202020.&text=In%20nominal%20terms%2C%20the%20EU's,2021%2C%20by%20almost%2014%20%25)
- Fiott, D. (Ed.). (2021). European Sovereignty. Strategy and interdependence. *European Union Institute for Security Studies (EUISS)*. Chaillot Paper No. 169. July. <https://doi.org/10.2815/231962> o [https://www.iss.europa.eu/sites/default/files/EUISSFiles/CP\\_169.pdf](https://www.iss.europa.eu/sites/default/files/EUISSFiles/CP_169.pdf)
- Gray, J. E. (2021). The geopolitics of 'platforms': the TikTok challenge. *Internet Policy Review*, 10(2). <https://doi.org/10.14763/2021.2.1557>
- León, G. (2020). Repercusiones estratégicas del desarrollo tecnológico. Impacto de las tecnologías emergentes en el posicionamiento estratégico de los países. *Cuadernos de Estrategia*, 207. Instituto Español de Estudios Estratégicos. Ministerio de Defensa.
- León, G. y da Ponte, A. (2022). Soberanía tecnológica y poder inteligente de la Unión Europea en un contexto geopolítico inestable: el escenario de África como ejemplo de aplicación. *Revista del Instituto Español de Estudios Estratégicos*, 18, 365-394.
- Negreiro, M. (2022). *The NIS2 Directive. A high-common level of cybersecurity in the Union*. European Parliamentary Research Service. PE 689.333. June. [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS\\_BRI\(2021\)689333](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI(2021)689333)
- Nye, J. S. Jr. (2005). *Soft Power: The Means to Success in World Politics*. Public Affairs.
- Nye, J. S. Jr. (2009). Get Smart: Combining Hard and Soft Power. *Foreign Affairs*, 88(4), 160-163.
- Poitiers, N., & Weil, P. (2022, January 26). Opaque and ill-defined: the problems with Europe's IPCEI subsidy framework. *Bruegel Blog*. <https://www.bruegel.org/blog-post/opaque-and-ill-defined-problems-europes-ipcei-subsidy-framework>
- Renda, A. (2021). The EU Industrial Strategy: Towards a Post-Growth Agenda? *Intereconomics*, 56(3), 133-138. <https://doi.org/10.1007/s10272-021-0968-7>
- Repnikova, M. (2022). The balance of soft power: the American and Chinese quests to win hearts and minds. *Foreign Affairs*, 101, 44.
- Ringhof, J., & Torreblanca, J. I. (2022). The Geopolitics of Technology: How the EU Can Become a Global Player. Policy brief. *European Council on Foreign Relations*. ECFR/450. May. <https://ecfr.eu/wp-content/uploads/2022/05/The-geopolitics-of-technology-How-the-EU-can-become-a-global-player.pdf>
- Schmidt, H. (diciembre de 2021). Economía de plataforma. *Dr. Holger Schmidt Blog*. <https://www.netzoekonom.de/plattform-oekonomie/>
- Sparks, W. (2022). The semiconductor battle is heating up. *GZERO Media's global politics newsletter*. December. <https://www.gzeromedia.com/the-chip-race>
- Teevan, C., & Shiferaw, L.T. (2022). Digital geopolitics in Africa: Moving from strategy to action. *ECDPM*, Briefing Note No. 150. October. <https://ecdpm.org/work/digital-geopolitics-africa-moving-strategy-action>
- Wieringen, K., & Fernández-Álvarez, M. (2022). Securing the EU's supply of critical raw materials. *ATA GLANCE Strategic Autonomy 360°*. EPRS | European Parliamentary Research Service European Parliament. PE 733.586 – July.