

Resumen

Este artículo analiza resultados y novedades en la investigación e innovación (I+D+I) europeas, en un marco global en constante y rápida evolución por los desafíos sociales y megatendencias. Analiza la política pública de I+D+I y cómo esta debe adecuarse, en enfoque y cadencia, para afrontarlos. Presenta los pilares de una política de I+D+I transformadora, como la direccionalidad en objetivos e inversiones, para reorientar esfuerzos y estimular un verdadero cambio transformador en apoyo de la doble transición ecológica y digital de Europa. Por último, describe medidas recientes, incluidas las financieras, para acelerar la recuperación de la crisis del coronavirus.

Palabras clave: I+D+I, ciencia, innovación, transformación, Europa, inversiones.

Abstract

This article analyses recent developments in European research and innovation (R&I), against a rapidly evolving global landscape driven by radical changes that stem from societal challenges, megatrends and the shifting DNA of innovation. It looks at how public R&I policy should be tailored, in approach and speed, to deliver on those changes. It presents the pillars of a transformative R&I policy, including directionality in goals and investments, to reorient efforts towards genuine transformative change in support of Europe's green and digital transition. Finally, it describes recent EU measures, including financial ones, to accelerate the recovery through science and innovation.

Keywords: R&I, science, innovation, transformation, Europe, investments.

JEL classification: O30, O38, O52.

CIENCIA E INNOVACIÓN PARA TRANSFORMAR EUROPA

Román ARJONA

Comisión Europea, Dirección General de Mercado Interior, Industria, Emprendimiento y Pymes

Julien RAVET

Comisión Europea, Dirección General de Investigación e Innovación

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, Europa se enfrenta a retos sociales, ecológicos y económicos complejos, todos ellos agravados por la crisis del coronavirus. El *status quo* ha sido sacudido. Nuestro clima y medio ambiente, economía y sociedad están experimentando cambios en profundidad que alteran fundamentalmente nuestra forma de vivir, trabajar y hacer negocios. Las actividades de investigación e innovación (I+D+I) y la política pública de I+D+I tienen lugar en un contexto radicalmente diferente, en el que las fuerzas mundiales, como el cambio climático, la digitalización, el envejecimiento de la población y el aumento de las desigualdades (Comisión Europea, 2020a) influyen de manera muy directa sobre nuestra sociedad y economía.

También están surgiendo fenómenos de polarización, como ejemplifica el hecho de que algunas ciudades y regiones que hace apenas unas décadas eran motores de actividad económica estén ahora experimentando un declive notable como consecuencia de una combinación de factores económicos e industriales de largo plazo, bajos niveles educativos y la falta de oportunidades locales de empleo (Dijkstra, Poelman y Rodríguez-Pose, 2018). La forma en que producimos y consumimos tampoco resulta sostenible. En la actualidad,

ningún país del mundo parece capaz de satisfacer las necesidades básicas de sus ciudadanos mediante una utilización sostenible de los recursos (Comisión Europea, 2020a) que respete los «límites sociales y planetarios» señalados por Raworth (2017).

La política de I+D+I ha ido adquiriendo un protagonismo cada vez mayor dentro del abanico de políticas de la Unión Europea (UE) para hacer frente a esos retos a los que se enfrenta Europa, como la digitalización o el vertiginoso desarrollo de la tecnología, y esto por múltiples razones (Comisión Europea, 2020f y 2020g). En primer lugar, la I+D+I genera los conocimientos necesarios para abordar los desafíos con soluciones concretas, basadas en la ciencia y en la innovación, y además nos ayuda a comprender mejor los cambios socioeconómicos (Ricci, Sessa y Weber, 2017). En segundo lugar, las actividades de I+D+I son fundamentales para apoyar una salida temprana de la crisis de la COVID-19 (Borunsky, Correia, Martino et al., 2020; Foray et al., 2020; Paunov y Planes-Satorra, 2021) y para apoyar una recuperación económica más sostenible y resiliente (Borunsky, Correia, Martino et al., 2020; Comisión Europea, 2020b; Tataj et al. 2020). A finales de 2020, la UE había invertido alrededor de mil millones de euros en I+D+I para hacer frente a la COVID-19 y sus consecuencias a

través del programa Horizonte 2020. En tercer lugar, la ciencia y la innovación son esenciales para acelerar la doble transformación, verde y digital, de Europa. Esta transformación representa una oportunidad económica sin precedentes, que requiere grandes inversiones en I+D+I en pro de una economía circular y baja en carbono y de una transformación digital acorde con los valores europeos. En cuarto lugar, la I+D+I puede reforzar la capacidad competitiva de las empresas a nivel mundial mediante la mejora de la productividad y la creación y el desarrollo de soluciones y modelos de negocio que den lugar a empleo y valor añadido de manera más sostenible.

El mundo cambiante al que nos enfrentamos y la rápida dinámica de la digitalización están repercutiendo de manera sustancial sobre la naturaleza de las actividades de I+D+I. Las innovaciones impulsadas por los consumidores se están propagando mucho más rápidamente que nunca debido a que los bienes físicos pierden protagonismo frente a los digitales, con el apoyo de fuertes efectos de red. La convergencia del mundo digital y físico está aumentando aún más la complejidad intrínseca de los procesos de innovación (Comisión Europea, 2020a). La creciente concentración de la actividad industrial encuentra su equivalente en una mayor concentración de las actividades de I+D+I, como refleja la evolución en el tiempo de los márgenes de beneficio (Calligaris, Criscuolo y Marcolin, 2018; Bajgar, Criscuolo y Timmis, 2019; Comisión Europea, 2020a). La tradicional relación lineal de la investigación a los descubrimientos, innovaciones y crecimiento económico ya no se ajusta a la realidad o, al menos, no necesariamente

en esos términos, debido a esa complejidad creciente de la innovación.

II. LA CIENCIA Y LA INNOVACIÓN EN EUROPA

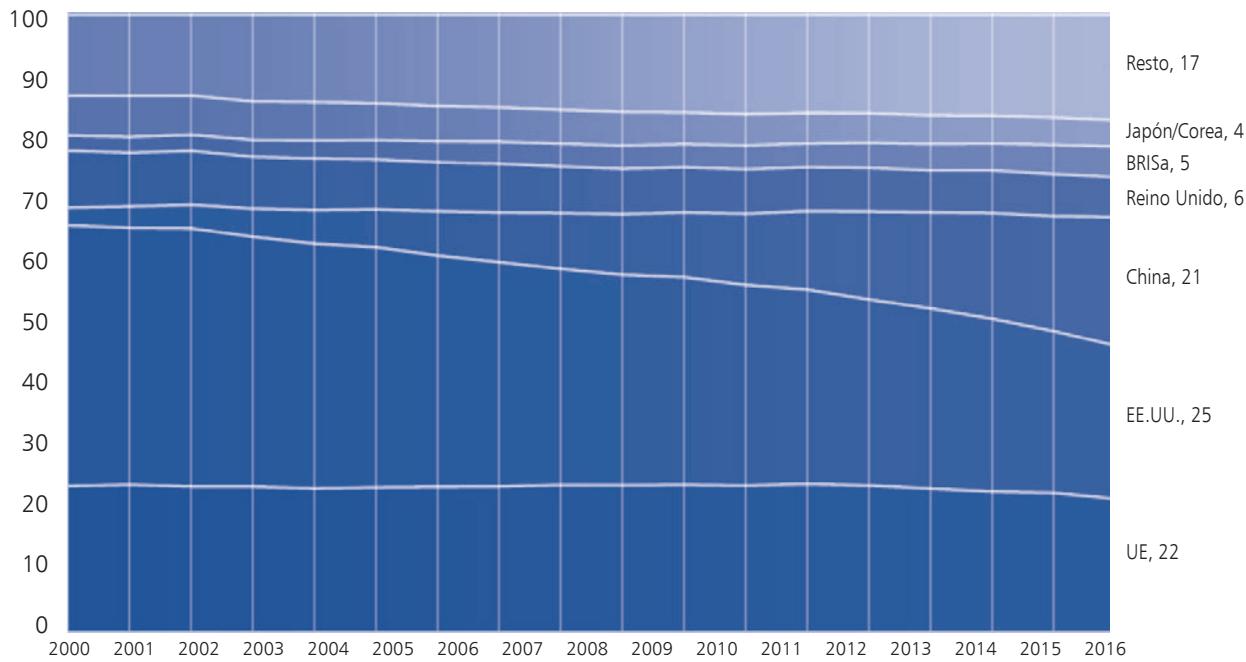
Europa es un actor principal en el escenario mundial de la I+D+I. Cuenta con ciencia e investigación de categoría mundial y con un tejido industrial sólido, y supera a sus socios internacionales en la creación de conocimientos y la producción de capacidades. Con tan solo el 7 por 100 de la población mundial, la UE puede considerarse una potencia en I+D+I a escala global. Aglutina el 20 por 100 de las inversiones en I+D y un tercio de la cuota global de las publicaciones científicas más citadas (Comisión Europea, 2020a). Curiosamente, Europa también muestra una posición muy sólida en lo que se refiere a la I+D+I en apoyo a la transición ecológica. La UE tiene una cuota del 25 por 100 de las publicaciones científicas mundiales más citadas en el campo del clima y el 27 por 100 de las publicaciones científicas más citadas en el ámbito de la bioeconomía. También representa el 24 por 100 de las solicitudes mundiales de patentes Patent Cooperation Treaty (PCT, por sus siglas en inglés) sobre clima y el 25 por 100 en bioeconomía (Comisión Europea, 2020a). Esto significa que Europa parte de una base y de unas capacidades en I+D+I consolidadas, que aportan una cierta ventaja para lograr sus ambiciones políticas en el ámbito de la sostenibilidad.

Sin embargo, la UE va a la zaga de los competidores mundiales si observamos varios indicadores de I+D+I y, en par-

ticular, las inversiones en I+D y en otros activos intangibles, especialmente en el ámbito empresarial. Además, los principales socios internacionales de la UE están aumentando a pasos agigantados su apoyo al desarrollo científico y tecnológico, lo que está generando numerosos debates académicos y políticos, e incluso preocupación, por las implicaciones que esto puede tener sobre la «soberanía tecnológica» de Europa (1). El auge de China, en particular, es bastante impresionante y queda ilustrado por medio de varios indicadores. En términos de producción científica, en el 2000 China representaba menos del 3 por 100 del mundo en cuanto a publicaciones científicas altamente citadas, mientras que ahora esa cifra ha crecido hasta el 20 por 100 (gráfico 1). En lo que respecta a tecnologías como la inteligencia artificial, la evolución reciente de China es aún más significativa si cabe (Comisión Europea, 2018a; Comisión Europea, 2020a), aunque Europa siga obteniendo buenos resultados. En cuanto a la escalabilidad y potencial de crecimiento de las empresas innovadoras, Europa también está por detrás de Estados Unidos y China y por cada unicornio de la UE, con valoración de más de 1.000 millones de dólares estadounidenses, se encuentran ocho en Estados Unidos y cuatro en China (Comisión Europea, 2020a).

Las innovaciones disruptivas y creadoras de mercados suelen estar asociadas a un nivel alto de riesgo y de incertidumbre, algo que la financiación tradicional (por ejemplo, a través de préstamos bancarios) a menudo no es capaz de apoyar. Las soluciones disruptivas «made in the EU» y la permanencia a largo plazo de

**GRÁFICO 1
CUOTA MUNDIAL DEL 10 POR 100 DE LAS PUBLICACIONES CIENTÍFICAS MÁS CITADAS**



Nota: BRIS = Brasil, Rusia, India y Sudáfrica.

Fuente: Scopus.

empresas emergentes en la UE se ven limitadas por fondos de capital riesgo con volúmenes inferiores, menos profundos y más fragmentados en la UE. En Estados Unidos, desde 2010 se ha obtenido más de diez veces más financiación de capital riesgo para la innovación que en la UE (gráfico 2). Aunque los fondos obtenidos en la UE han aumentado desde 2012, los de capital riesgo obtenidos en Estados Unidos también han aumentado e incluso se han duplicado durante el mismo período.

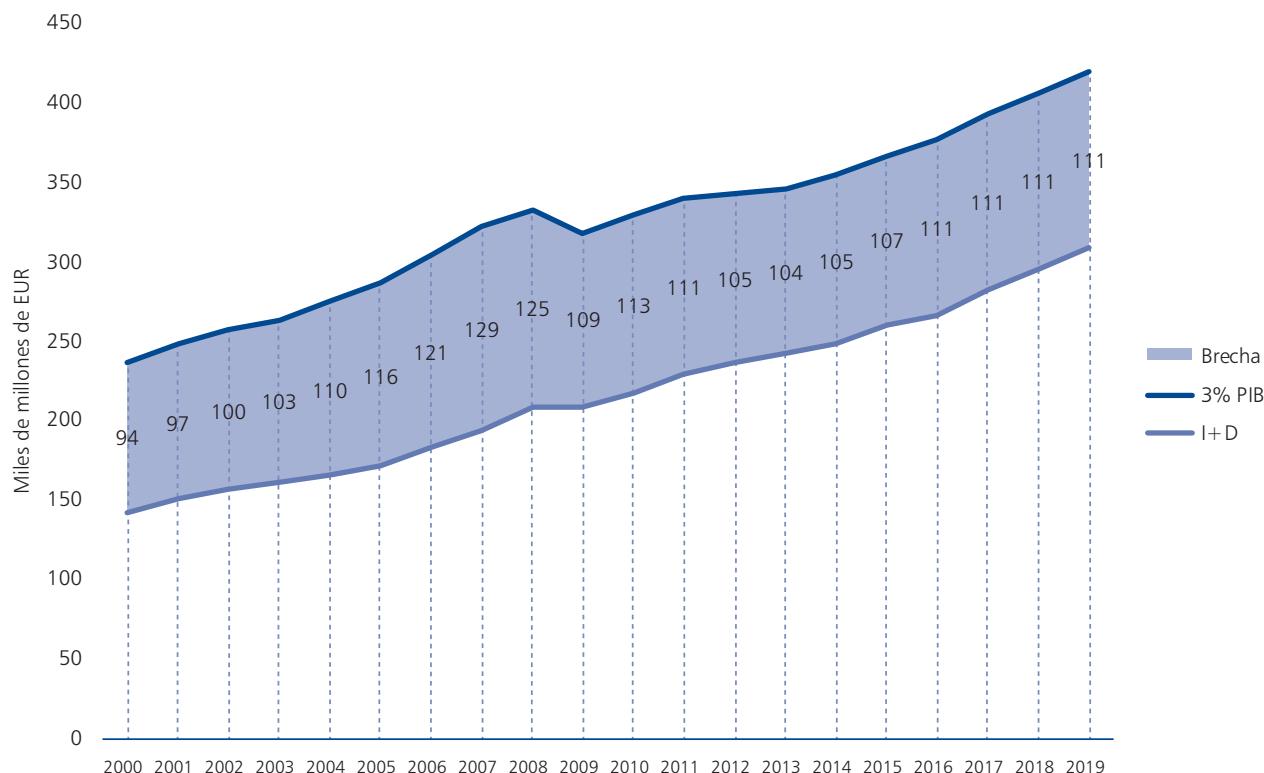
La UE invierte el 2,19 por 100 de su PIB en I+D (Eurostat, datos para 2019), aún muy por debajo del objetivo que la UE se fijó, el 3 por 100. Aunque la UE ha realizado avances relevan-

**GRÁFICO 2
FONDOS DE CAPITAL RIESGO OBTENIDOS EN UE Y EE. UU.
(Miles de millones de euros)**



Fuente: Comisión Europea, DG Investigación e Innovación, basada en datos de InvestEU y NVCA/PitchBook.

GRÁFICO 3
BRECHA DE INVERSIÓN EN I+D DE LA UE



Fuente: Eurostat.

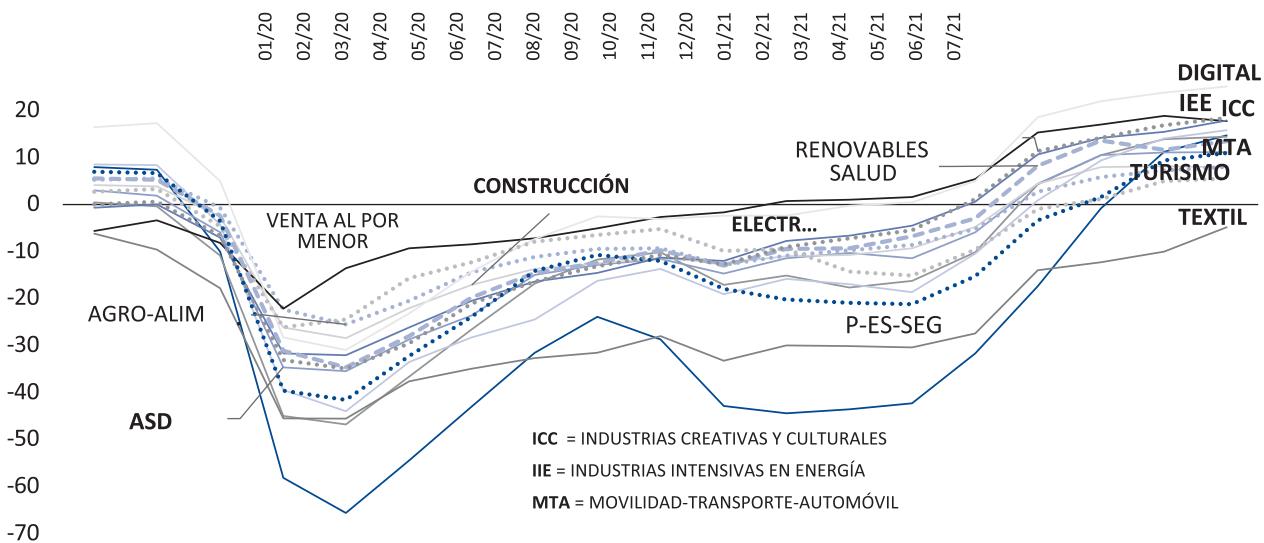
tes durante la última década (Rakic, 2021), Estados Unidos y los principales competidores asiáticos siguen invirtiendo en I+D a un ritmo superior al de la UE, y esto se ve reforzado en múltiples ocasiones por esfuerzos deliberados del sector público en apoyo a estas inversiones. Para alcanzar una inversión en I+D correspondiente al 3 por 100 de su PIB, la UE tendría que invertir 111.000 millones de euros adicionales al año (gráfico 3). En comparación con sus principales competidores, la inversión de la UE es especialmente baja en términos de inversión privada (Borunsky, Goranov *et al.*, 2020).

Con el duro golpe que la crisis de la COVID-19 ha asentado a la economía, cabía esperar que las inversiones en I+D se contrajesen, ya que tienden a disminuir durante las recesiones económicas, provocando el aplazamiento de actividades innovadoras y creando restricciones de crédito, especialmente para proyectos innovadores de riesgo (Borunsky, Correia, Martino *et al.*, 2020; Giebel y Kraft, 2020; Kuckertz *et al.*, 2020). Además del descenso observado en el número de nuevas empresas registradas (OCDE, 2021b), existen pruebas adicionales de que la crisis actual ha afectado negativamente a los ingresos y ha limitado algunos esfuerzos de innovación (Borunsky,

Correia, Martino *et al.*, 2020; Banco Europeo de Inversiones, 2021; Marques Santos, Haegeman, Moncada-Paternò-Castello, 2021).

La pandemia ha provocado la mayor y más brusca caída de la actividad económica en tiempos de paz en la historia moderna. Sin embargo, en el caso de la actividad de I+D+i, el impacto de la crisis de la COVID no es plenamente comparable al de crisis anteriores como la financiera, puesto que el impacto de la crisis en la UE esta vez ha sido tamizado, al menos hasta un cierto punto, por una variedad de respuestas gubernamentales destinadas a contener la pandemia,

**GRÁFICO 4
INDICADOR DE CONFIANZA POR ECOSISTEMA INDUSTRIAL (JULIO DE 2021)**



Nota: En el caso de los ecosistemas de «venta al por menor», «agroalimentación», «proximidad-economía social», «energías renovables» y «salud», representados mediante líneas de puntos, la cobertura de los datos es limitada, por lo que estos deben interpretarse con cautela.

Fuente: Análisis de la Comisión Europea basado en el Programa común armonizado de encuestas de coyuntura de la UE.

incluyendo una movilización de fondos sin precedentes a través del presupuesto a largo plazo de la UE y del instrumento *Next Generation EU*. La prociclicidad de las inversiones en I+D, y en particular de la I+D empresarial, no se ha hecho notar pues con la misma intensidad en todos los sectores de actividad económica. La pandemia, por ejemplo, ha acelerado la carrera tecnológica mundial y esto se ha hecho sentir en algunos sectores industriales intensivos en conocimiento y en innovación como el sector farmacéutico y el biotecnológico y también en el sector de las tecnologías de la información y la comunicación (Grassano y Hernández Guevara, 2021).

Estudios recientes (Bryan, Lemus y Marshall, 2020; Foray et al., 2020; OCDE, 2021) apuntan a

un gran aumento de la respuesta innovadora de algunos ecosistemas industriales (definidos en Comisión Europea, 2021d) como el de la salud, y las empresas que operan en el ecosistema digital, que también han demostrado igualmente verse menos afectadas por la crisis. Por otra parte, las actividades manufactureras más tradicionales que dependen de amplias cadenas de suministro internacionales han sido muy afectadas ya que esas cadenas se han visto gravemente perturbadas. El gráfico 4, basado en datos provenientes de encuestas de opinión de los consumidores europeos, muestra que la recuperación ha seguido una senda bastante desigual a lo largo del tiempo, a pesar del repunte de actividad en todos los ecosistemas industriales durante el verano de 2020. La evolución en el segundo trimestre

de 2021 indica un aumento de la confianza, incluido para los ecosistemas industriales más afectados por la crisis, a excepción del textil.

No obstante, en general, queda claro que muchas empresas se han enfrentado a una crisis de liquidez que puede generar insolvencias en el medio plazo, y esta evolución exige la puesta en marcha inmediata de medidas en apoyo a las empresas innovadoras, para minimizar el impacto a medio y largo plazo sobre la innovación y el crecimiento de la productividad empresarial.

III. UN MUNDO EN RÁPIDA Y CONSTANTE TRANSFORMACIÓN

La naturaleza de las actividades de I+D+I está evolucionando

<p>muy rápidamente, como reflejo directo de un mundo en rápida evolución y esta aceleración se debe, a su vez, al auge de las nuevas tecnologías y en particular de las digitales (Comisión Europea, 2020a). La digitalización ha redefinido el funcionamiento de los mercados y ha puesto el foco de atención sobre las empresas innovadoras de alto crecimiento basadas en plataformas, por ejemplo, los denominados gigantes tecnológicos (Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft, Baidu, Tencent, Alibaba), que están obteniendo beneficios económicos sustanciales. Todo esto tiene implicaciones significativas para la política de I+D+I, que, para maximizar su impacto social y económico, necesita adaptar sus orientaciones y respuestas a esta naturaleza cambiante de los procesos de innovación y adoptar un enfoque renovado y más receptivo a los acontecimientos que surgen, cada vez más, de manera más abrupta. La dinámica cambiante de la innovación puede representarse mediante las «5 C»: celeridad, complejidad, concentración, costes y consumidores.</p> <h2>1. Celeridad</h2> <p>La tecnología, y en particular la innovación impulsada por el usuario, y orientada a este, se está extendiendo más rápidamente que nunca debido a que ha habido una transformación del centro de gravedad de las actividades económicas, sobre todo en la última década, desde los bienes físicos hacia los bienes digitales, apoyado por los fuertes efectos de red que surgen de la continua transformación digital y por una conectividad cada vez más presente. El ritmo de cambio en la innovación impulsada por los consumidores</p>	<p>se ha acelerado enormemente. De hecho, las innovaciones se están adoptando a un ritmo muy superior al de décadas y siglos anteriores (Comin y Hobijn, 2004; Ritchie y Roser, 2017; Anzoategui, Comin, Gertler, y Martínez, 2019). Los hogares estadounidenses tardaron mucho más en tener un inodoro en sus hogares, o en poseer un coche y un lavavajillas o disponer de electricidad, que en utilizar Internet y aún menos en utilizar un teléfono inteligente o participar en canales de redes sociales (Comisión Europea, 2020a). Sin embargo, y al mismo tiempo, estamos asistiendo a una ralentización de la difusión de la innovación, frenada por multitud de obstáculos. Y esto, incluso si consideramos que existe una mayor aceptación de las innovaciones de negocio a consumidor (o «B2C» por sus siglas en inglés).</p>	<p>tencias económicas adecuadas. Entre estas, deben contar con una estructura organizativa ágil y flexible para que sus equipos de gestión puedan dominar diferentes tecnologías y nuevos modelos empresariales (Corrado et al., 2018). Esto exige además una visión estratégica bien definida, formación de su personal, competencias digitales y gestión de marcas. Sin embargo, a pesar de tener el potencial para ser profundamente transformadoras, estas innovaciones pueden tardar años, y a veces décadas, en estar preparadas para el mercado. Como consecuencia, las innovaciones <i>deep tech</i> requieren de fondos de «capital paciente» (Mazzucato, 2016) que respondan a esa mayor incertidumbre y a períodos de tiempo más largos para que puedan ser probadas, mejoradas y comercialmente viables.</p> <h2>2. Complejidad</h2> <p>La complejidad de la innovación también ha aumentado notablemente, dado que las innovaciones aparecen cada vez más en el cruce entre diversas tecnologías, tienen un contenido digital mucho mayor que anteriormente y dependen cada vez más de los avances más recientes en la ciencia de frontera. Estas innovaciones de tecnología avanzada (<i>deep tech</i>) incluyen productos y soluciones que abarcan ámbitos cruciales para la sociedad y la economía tan dispares como la medicina personalizada, las cadenas de suministro digitales, la agricultura de precisión, la bioimpresión 3D o los vehículos autónomos, entre otros muchos.</p> <p>Pero para aprovechar plenamente las ventajas de estas innovaciones complejas, las empresas deben disponer de las compe-</p>
---	--	--

Marcolin (2018) muestran que estos márgenes han aumentado con el tiempo tanto en los sectores digitales de mayor intensidad como en los menos intensivos, y que este aumento ha sido más pronunciado en los digitales. También sugieren que la disminución de las tasas de entrada desde 2001 ha sido especialmente visible en los principales sectores digitales intensivos. Como consecuencia, el aumento de los márgenes y la concentración de los beneficios de las innovaciones en un puñado de gigantes digitales mundiales pueden estar disuadiendo la entrada de nuevas empresas en los sectores más intensivos en digitalización. Por tanto, la brecha de productividad entre el pequeño número de empresas de frontera y las que van a la cola puede seguir ampliándose. Esto está ralentizando la difusión de la innovación entre empresas líderes y estancas, dentro de los diferentes sectores de actividad económica y también entre ellos, y está obstaculizando el crecimiento de la productividad con importantes repercusiones para la distribución de la renta entre empresas, sectores y segmentos de la población.

La mayoría de las empresas conocidas como gigantes «digitales» o «tecnológicas» se benefician de los fuertes efectos de red relacionados con la creciente conectividad de sus usuarios. Esto les da acceso a enormes volúmenes de datos en sus bases de clientes. La concentración de las actividades de I + D, así como las ventas y el empleo, es un fenómeno que también es evidente en Europa. Entre los mil inversores principales en I + D de la UE, puede observarse una distribución muy desigual del gasto en I + D, con una concentración

del 50 por 100 de este en los 25 primeros inversores de la UE (Comisión Europea, 2020c).

4. Costes

Si bien las inversiones en I+D necesarias para producir innovaciones de tecnología profunda pueden resultar costosas, las empresas que venden productos digitales pueden conseguir operar con unos costes marginales prácticamente nulos, como resultado de la menor importancia del capital tangible en la era de la transformación digital (Guellec y Paunov, 2018), combinado con los efectos de red descritos anteriormente. Los productos y servicios digitales (por ejemplo, las aplicaciones para teléfonos inteligentes) tienen las propiedades económicas inherentes de la no rivalidad y de ser infinitamente expandibles (Eurofound, 2018), lo que significa que pueden utilizarse un número infinito de veces y sin coste alguno. En otras palabras, el coste marginal de los bienes digitales disminuye indefinidamente.

De hecho, la mayor transformación creada por la digitalización es la ligada a la «transición de los átomos a los bytes». Las «innovaciones físicas», como el teléfono fijo, dependen de insumos para su producción basados en átomos (por ejemplo, infraestructuras físicas, materias primas o capital humano) que siguen las leyes de la física. Sin embargo, en la era digital, los bytes permiten la producción de un bien digital con coste marginal cercano a cero, ya que el coste de reproducción y comunicación es prácticamente nulo (Guellec y Paunov, 2018). Por tanto, las empresas digitales no tienen las mismas necesidades de in-

fraestructura física y capital tangible que otras industrias. De hecho, a menudo se benefician de plataformas informáticas, sistemas y herramientas de software, capacidad de almacenamiento en la nube, etc., que tienden a ser más baratos que otros tipos de activos materiales.

5. Consumidores

La innovación también está cada vez más centrada en el cliente (Comisión Europea, 2020a). En otras palabras, los consumidores ya no son meros usuarios de nuevas tecnologías, sino que en realidad están impulsando el proceso de innovación (Von Hippel, Ogawa, De Jong, 2011). Durante la última década, la literatura académica ha examinado y documentado en profundidad el papel de los usuarios como «fuentes de innovación» (Bradonjic, Franke y Lüthje, 2019). A pesar de que una parte no desdeñable de responsables de la toma de decisiones empresariales y políticas no son conscientes del papel central de los usuarios para la innovación (2), las empresas –que, no obstante están más informadas que nunca–, se enfrentan a una gran presión para anticipar necesidades futuras. Cada vez más consumidores reclaman «soluciones» en lugar de «productos» o «servicios». La producción en masa se está transformando rápidamente hacia soluciones personalizadas, creando una verdadera revolución de la innovación de los usuarios. Desde fases tempranas, cada vez existe una mayor participación y retroalimentación de los clientes y las empresas adaptan sus nuevas soluciones a las necesidades cambiantes y precisas de estos y,

<p>así, se diferencian de sus principales competidores para ganar cuotas de mercado. Los consumidores también presionan cada vez más a las empresas para que estas sean más respetuosas con el medio ambiente, y los <i>millennials</i> lideran este impulso.</p>	<p>Europa para futuras crisis (Comisión Europea, 2020f, 2020g).</p>	
<p>IV. MARCO CONCEPTUAL PARA UNA POLÍTICA DE I+D+I TRANSFORMADORA</p>	<p>A la luz de estos retos, la idea de introducir un «enfoque transformador» como plataforma de una política de I+D+I renovada se ha vuelto cada vez más prominente en los últimos tiempos (Comisión Europea, 2020a; Tataj <i>et al.</i>, 2020; Borunsky, Correia, Delauré <i>et al.</i>, 2020; Biggeri y Ferrannini, 2020). El argumento subyacente es que la doble transición digital y de sostenibilidad a la que se enfrenta Europa, junto con su ambición de convertirse en el primer continente climáticamente neutro del mundo, exigen un cambio radical en la forma en la que se diseñan las políticas de I+D+I y en la rapidez con la que se ponen en marcha.</p>	<p>Schot y Steinmuller (2018) y Geels (2020) presentan tres marcos conceptuales que conforman la política de I+D+I, que han evolucionado desde mediados del siglo pasado. La política transformadora de I+D+I es la tercera y más reciente de estos marcos. El primer marco, que comenzó después de la Segunda Guerra Mundial, se centra en la innovación para el crecimiento y en subsanar las deficiencias del mercado para el suministro privado de conocimientos. El segundo marco responde eminentemente a los fallos del sistema y se centra en la creación de vínculos y redes entre los diversos agentes de un sistema de I+D+I. El tercer marco, de naturaleza novedosa, es en el que se engloba la política de I+D+I transformadora. Se basa en la necesidad de apoyar una innovación radical creadora de mercados, configurada sobre la base de un enfoque «direccional». Esto puede hacerse de diversas maneras, por ejemplo, mediante el desarrollo de una política de I+D+I anclada en las misiones de I+D+I, pero también a través de otros instrumentos como la experimentación en política, una mayor participación de las partes interesadas y un mayor papel para la anticipación.</p>

Aunque la pandemia de la COVID-19 ha dejado importantes repercusiones sociales y económicas, Europa venía enfrentándose ya a desafíos incesantes de largo plazo y de carácter global. Hablamos del cambio climático, del envejecimiento, de la digitalización y, además, de las crecientes desigualdades sociales y geográficas, así como el aumento de polarización.

Por su propio peso, la política de I+D+I ocupa cada vez más un lugar más central en las agendas políticas para dar respuesta a estos desafíos. La I+D+I ha sido esencial para dar respuesta a la pandemia, especialmente para desarrollar rápida y eficazmente vacunas, diagnósticos y tratamientos. Además, apoya la ventaja competitiva de Europa en la carrera mundial por el conocimiento y resulta esencial para garantizar una cierta «soberanía tecnológica», en ámbitos como la ciberseguridad, el espacio, la inteligencia artificial y la 5G. En segundo lugar, la I+D+I es necesaria para acelerar las transiciones a las que se enfrenta nuestro planeta en ámbitos como la descarbonización industrial o la movilidad sostenible. A largo plazo, la I+D+I resulta clave para aumentar la resiliencia económica y social y preparar a

El objetivo de una política de I+D+I transformadora es permitir la transformación de los sistemas sociotécnicos de Europa hacia otros más sostenibles y reenfocar las actividades hacia aquellas en las que más se necesita un cambio transformador. Igualmente, una política transformadora debe fomentar el cambio sistémico hacia el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Naciones Unidas, 2019a; Naciones Unidas, 2019b). Para ello debe prestar la debida atención a los compromisos entre los objetivos sociales, económicos y medioambientales, intrínsecamente interconectados, a fin de maximizar los beneficios mutuos de estos, evitando disyuntivas incómodas (Tataj *et al.*, 2020). Raworth (2017) ha subrayado los vínculos indisociables entre estos tres objetivos para lograr un «espacio seguro y justo para la humanidad», entre el déficit social y el exceso ecológico.

En la formulación de políticas de la UE, se ha realizado un esfuerzo deliberado para que la política pública de I+D+I tenga un enfoque mucho más transformador desde su diseño. Estos esfuerzos se han inspirado, conceptualmente, en el trabajo de Mazzucato (2013; 2018; 2019). La autora defiende un estado empresarial que asume riesgos elevados antes de que el sector empresarial encuentre el valor económico y social de invertir en I+D+I. El concepto

de «economía dual» presentado por Raworth (2017) también ha influido el diseño de la política europea de I+D+I, con su definición de un espacio para la humanidad, seguro desde el punto de vista medioambiental y socialmente justo y que respete los límites sociales y planetarios (véase, por ejemplo, Comisión Europea, 2020e).

Tres componentes principales proporcionan el marco inicial para un diseño y ejecución de una política de I+D+I transformadora:

En primer lugar, se necesita redoblar los esfuerzos para dirigir la I+D+I a través de todas las palancas políticas, es decir, se deben movilizar recursos e inversiones en consonancia con la dimensión de los desafíos a los que nos enfrentamos, introducir reformas para incrementar la calidad y eficiencia de los sistemas de I+D+I y apoyar la innovación a través de la regulación, evitando la creación de obstáculos innecesarios para la emergencia de las innovaciones. Esto constituye el núcleo duro del concepto de lo que llamamos *direccionalidad* de la I+D+I, que es un elemento integral del nuevo programa marco europeo de I+D+I, Horizonte Europa. Lograr los ODS con el apoyo de la política de I+D+I de la UE ha exigido establecer una dirección clara y un apoyo proporcionado a través del programa. Sin embargo, esta orientación direccional no debe prescribir cómo deben abordarse estos objetivos, a fin de evitar el encorsetamiento innecesario de los actores del sistema. Se pueden establecer prioridades de I+D+I mediante distintos métodos que cubran desde el impulso científico al estímulo de la demanda para la innovación

(Nemet, 2009; Stewart, 1995; Mazzucato y Semieniuk, 2017). La direccionalidad de la política de I+D+I debe basarse, en cualquier caso, en evidencia que surja y debería ser acompañada, por ejemplo, de análisis de prospectiva (Schaper-Rinkel, 2013).

En segundo lugar, una política de I+D+I transformadora exige un marco eficaz de coordinación, que *alinee los esfuerzos políticos de la I+D+I con los de otras políticas sectoriales* a todos los niveles de gobernanza. Es lo que puede llamarse un enfoque de «todo el gobierno» que abarque la coordinación del abanico de instrumentos políticos, fomentando la acción sinérgica entre sus objetivos políticos, apoyado por una sincronización efectiva de las inversiones. Para ser transformadora, la política de I+D+I, por su naturaleza horizontal, debe contar con un enfoque integrador, que se base en la combinación estratégica de políticas –como la de educación y capacidades, industria o digital– para fomentar la innovación sistemática y el cambio transformador (Lundin y Schwaag Serger, 2018), a fin de llevar a cabo las transformaciones necesarias para abordar los ODS (Naciones Unidas, 2019a). Por ejemplo, la política de I+D+I, junto con la política medioambiental, no puede ser eficaz por sí sola con respecto a los objetivos medioambientales y climáticos si otras políticas siguen promoviendo el uso indiscriminado de combustibles fósiles o si existe ineficiencia en la asignación de recursos o si la producción y el consumo resultan insostenibles. Del mismo modo, la I+D+I debe ir de la mano de la política de educación y de empleo, para que el sistema cuente con las capacidades y competencias y la mano de obra

capaz de apoyar las transiciones verde y digital (Biggeri y Ferrani, 2020).

En tercer lugar, la magnitud de los desafíos a los que nos enfrentamos, como el cambio climático, exige que se explote la inteligencia y la acción colectiva mediante la *creación conjunta o cocreación*, involucrando pues a un conjunto más amplio de agentes (ciudadanos, científicos, industria y partes interesadas), desde las fases iniciales de la elaboración de las políticas y a lo largo de su ejecución. De hecho, el principio fundamental de la cooperación europea siempre ha sido la creación de confianza, el intercambio y la acción conjunta como métodos para lograr objetivos comunes (Monnet, 1996) y una comunidad abierta a las ideas, la innovación y la paz. Un enfoque de creación conjunta horizontal, inclusivo y que genere un sentimiento de propósito europeo común resulta pues esencial.

V. ELEMENTOS DE UNA POLÍTICA EUROPEA DE I+D+I TRANSFORMADORA

Sobre la base de lo anterior, la ambición de la UE de liderar la transición hacia una economía sostenible, climáticamente neutra, circular y respetuosa con el medio ambiente ilustra bien el carácter transformador de la política de la UE y cómo la I+D+I se convierte en un elemento crucial de dicha agenda transformadora. La Comisión Von der Leyen empezó su mandato con la publicación del conocido Pacto Verde Europeo (Comisión Europea, 2019), que se posicionó como la nueva estrategia de crecimiento de la UE.

<p>Además, la Comisión también reorientó la Estrategia Anual de Crecimiento Sostenible hacia el concepto de sostenibilidad competitiva, para permitir un análisis integrado de los avances de los Estados miembros hacia los ODS en los informes por país que forman parte del proceso de coordinación económica conocido como Semestre Europeo. El concepto de sostenibilidad competitiva se refiere a la capacidad de una economía, incluidas sus empresas y ecosistemas industriales, para obtener mejores resultados que sus socios internacionales en relación a la doble transición ecológica y digital. Para poder llevarse a cabo, la sostenibilidad competitiva requiere inversiones exhaustivas en I+D+I.</p> <p>A mediados de 2020, los dirigentes de la UE acordaron el programa de recuperación pos-COVID <i>Next Generation EU</i>, cuyo núcleo central reside en su Mecanismo de Recuperación y Resiliencia de 672.500 millones de euros (Comisión Europea, 2020d). La recuperación y el Pacto Verde Europeo se consideran conjuntamente como una prioridad de inversión para crear empleo, capacidades y bienestar a través de toda la UE. Y la I+D+I resulta, más que nunca anteriormente, indispensable para lograr esa recuperación y conseguir hacer realidad la transformación ecológica y digital.</p> <p>El desarrollo sostenible es uno de los objetivos generales del <i>programa marco de I+D e innovación de la UE</i>. Se calcula que más del 80 por 100 de las inversiones ya realizadas a través del programa de investigación e innovación de la UE 2014-2020, Horizonte 2020, abordan al menos un objetivo de desarrollo sostenible (Kadunc y</p>	<p>Bruno, 2020). Horizonte Europa, el sucesor de Horizonte 2020, cuenta con 95.500 millones de euros para el período 2021-2027 y sitúa a Europa en una posición fuerte para contribuir a los objetivos del Pacto Verde.</p> <p>Horizonte Europa incluye elementos nuevos que reflejan plenamente el principio de direccionalidad descrito en la sección cuarta. El nuevo programa marco tiene por objeto maximizar las sinergias con el nuevo presupuesto a largo plazo de la UE y se centra en los ámbitos con mayor potencial para cumplir los ODS. Mantiene el objetivo del 35 por 100 de su antecesor para luchar contra el cambio climático e introduce <i>misiones</i> de I+D+I a escala de la UE (Mazzucato, 2018; 2019) con objetivos ambiciosos para abordar los principales desafíos sociales (cambio climático, océanos sanos, ciudades inteligentes y climáticamente neutras, y salud del suelo y alimentos). Inspirado, en parte, en la misión del Apolo 11 para poner a un hombre en la luna, el enfoque de misiones de I+D+I de Horizonte Europa permite transformar los desafíos en objetivos concretos, mensurables y realizables, movilizando y haciendo partícipes de estos a los ciudadanos, los responsables políticos y una amplia gama de agentes mucho más allá de las partes interesadas habituales en la investigación y la innovación.</p> <p>Se espera que las misiones de Horizonte Europa sean un instrumento de apoyo a la creación de bienes públicos europeos y tienen por objeto suavizar deficiencias en la orientación estratégica, coordinación y fragmentación de los sistemas nacionales de I+D+I (Larrue, 2021).</p>	<p>También se espera que los <i>partenariados</i> de Horizonte Europa impulsen la transformación de la UE hacia una sociedad y una economía más verde y digital (Comisión Europea, 2018b). Esos partenariados se dirigen a impulsar y alinear esfuerzos en inversiones, recursos y actividades del sector público y privado en torno a las prioridades de la UE. Horizonte 2020 ya apoyó veintiséis partenariados que crearon grandes coaliciones y plataformas experimentales y de ensayo a gran escala para desarrollar soluciones innovadoras sistémicas. Horizonte Europa apoyará varios partenariados para contribuir a los objetivos del Pacto Verde Europeo.</p> <p>La crisis de la COVID-19 también representa una oportunidad sin precedentes para que la UE y sus Estados miembros refuerzen su coherencia política y sus esfuerzos conjuntos. En 2020, la Comisión adoptó un documento político con su visión para un Espacio Europeo de Investigación (EEI) renovado que promoverá un entorno para la I+D+I hasta los tiempos cambiantes (Comisión Europea, 2020e). La iniciativa, y el Pacto que la acompaña, profundizará en el anterior EEI, para seguir avanzando en la libre circulación de conocimientos dentro de un sistema europeo de I+D+I actualizado y más eficaz. Para ello, la agenda del EEI promoverá el desarrollo de condiciones marco para la investigación, ayudará a fomentar la excelencia científica y permitirá conectar mejor a los agentes de I+D+I de la UE. La nueva iniciativa tiene por objeto dar prioridad a las inversiones y reformas y eso incluye un objetivo renovado de inversión del 3 por 100 del PIB de la UE en I+D, asegurando la direccionalidad adecuada. En</p>
---	--	---

<p>un espíritu de partenariado con los Estados miembros, y dentro de un enfoque de «gobierno en su conjunto», el EEI apoyará una acción conjunta más firme entre la UE y los Gobiernos nacionales para aumentar la calidad y eficiencia de las políticas nacionales de I+D+I.</p> <p>La parte más importante del trabajo actual de la UE se centra en la recuperación frente a la crisis de la COVID-19. La Comisión respondió rápidamente movilizando inversiones en I+D+I sin precedentes para empujar el desarrollo de vacunas, nuevos tratamientos y diagnósticos, así como de sistemas médicos para prevenir la propagación del coronavirus (Comisión Europea, 2021a). La pandemia ha demostrado la enorme importancia de la cooperación en materia de I+D+I para ofrecer soluciones a estos retos sin precedentes (3).</p> <p>El nuevo instrumento <i>Next Generation EU</i> brinda a los Estados miembros una oportunidad muy relevante para poder llevar a cabo las reformas necesarias. El Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (RRF) que constituye el núcleo del programa, apoyará reformas e inversiones de la I+D+I a gran escala. Para beneficiarse del apoyo del Mecanismo, los Estados miembros han ido presentando a la Comisión Europea sus planes de recuperación y resiliencia durante el primer semestre de 2021. Cada plan establece la agenda de reformas e inversiones que deben aplicarse a finales de 2026. Una vez presentados, la Comisión los evalúa con vistas a su adopción por el Consejo de la UE. A través de ellos, la Comisión anima a los Estados miembros a invertir en distintas áreas, entre las que se encuentra la I+D+I. Los ámbitos</p>	<p>emblemáticos en el núcleo del RRF abarcan desde las tecnologías limpias y las energías renovables hasta la movilidad sostenible pasando por las nubes de computación, todas ellas con un fuerte componente de I+D+I. Si bien este programa crea oportunidades para la recuperación y la reforma, también constituye una enorme fuente de responsabilidad para los responsables de todos los niveles de gobierno, a fin de que focalicen sus inversiones sobre aquellas áreas fundamentales para acelerar la transformación de Europa.</p> <p>En mayo de 2021, la Comisión publicó una Comunicación sobre el <i>Enfoque global de Europa para la cooperación en I+D+I</i> (Comisión Europea, 2021b), que sustituye a la estrategia presentada en 2012 para adaptar la colaboración internacional en I+D+I a las nuevas prioridades políticas de la UE. La nueva estrategia se basa en dos objetivos. En primer lugar, reafirma el compromiso de la UE de predicar con el ejemplo para preservar la apertura de la cooperación internacional en I+D+I, promoviendo la igualdad de condiciones y la reciprocidad. En segundo lugar, y directamente relacionado con el enfoque transformador, la estrategia tiene por objeto reforzar el liderazgo de la UE en partenariados multilaterales de I+D+I. También se marca el objetivo de reforzar la autonomía estratégica abierta de la UE, que se puso de relieve en la actualización de 2021 de la estrategia industrial de la UE de mayo de 2021 (Comisión Europea, 2021c).</p> <p>Desde la perspectiva de la I+D+I, el concepto de autonomía estratégica apunta al refuerzo de la capacidad de la UE para desarrollar y adoptar tecnologías</p>	<p>que garanticen la competitividad y evitar futuras dependencias estratégicas. La UE tiene algunos puntos fuertes en tecnología, pero también corre el riesgo de quedarse rezagada en ámbitos en los que está especialmente expuesta a la competencia mundial. Por ejemplo, en la fabricación avanzada y en tecnologías verdes como el hidrógeno la UE tiene una posición sólida, aunque son necesarios los esfuerzos para que la UE mantenga y consolide esa posición. Sin embargo, en tecnologías como las nubes o la microelectrónica existen una serie de debilidades que la UE está paliando a través de herramientas cruciales para desarrollar capacidades como la Alianza Europea de Baterías, que ha permitido a la UE pasar de una posición dependiente a otra mucho más fuerte.</p>
<h2>VI. CONCLUSIÓN</h2> <p>El mundo está cambiando a un ritmo vertiginoso, lo cual está repercutiendo de manera directa sobre cómo se desarrollan las actividades de I+D+I en el terreno. El paradigma en el que se ha estado llevando a cabo el diseño y la ejecución de las políticas de I+D+I en las últimas décadas, y la forma y dirección en la que se conforman las estrategias y la financiación pública en apoyo a la I+D+I, deben adaptarse a ese mundo cambiante para apoyar de manera más contundente la transformación verde y digital de nuestro continente.</p> <p>En primer lugar, este artículo examina cómo ha ido evolucionado la naturaleza de las actividades de I+D+I y el estado de situación de estas. También delinea las características principales de los grandes cambios</p>		

<p>que afectan a la I+D+I en múltiples vertientes con una mutación del ADN de la innovación hacia un aumento vertiginoso de la celeridad, complejidad y concentración de los procesos de innovación.</p>	<p>la Presidencia alemana del Consejo de la UE, el 8 de julio de 2020: «Es importante que Europa se convierta en soberana digital. Queremos avanzar especialmente en áreas clave como la inteligencia artificial y la computación cuántica, pero también en el desarrollo de una infraestructura digital confiable y segura».</p>	<p>investment scenarios for the next decade. <i>R&I Paper Series, Working Paper 2020/06</i>. Luxembourg: Publication Office of the EU.</p>
<p>En segundo lugar, el artículo plantea cómo estos cambios radicales exigen repensar la elaboración y la ejecución de políticas de I+D+I. La transformación de Europa hacia una sociedad y una economía más verde, digital y competitiva es un reto de gobernanza sin precedentes a todos los niveles, desde el local al global. La política de I+D+I está llamada a hacer frente a una combinación de urgencia en la respuesta, magnitud en las transformaciones necesarias y complejidad e interdependencia, y todo ello en un marco global de fragilidad e imprevisibilidad, para contribuir con mayor impacto a la transformación de Europa.</p>	<p>(2) Utilizando una encuesta a gran escala con 1.500 empresarios y políticos, los autores detectan una subestimación sustancial del papel que otorgan estos a los usuarios como fuente de innovación. Mientras que la proporción real de innovación de los usuarios en las 1.678 innovaciones que son objeto de estudio en nueve industrias es del 54,4 por 100, estimada mediante estudios empíricos, los responsables de la toma de decisiones estiman que esta proporción es tan solo del 21,7 por 100.</p> <p>(3) Por ejemplo, se ha prestado apoyo específico de la UE a la empresa europea CureVac para el desarrollo y la producción de una vacuna contra el coronavirus, a través del Instrumento de Financiación de las Enfermedades Infectuosas de Horizonte 2020 (InnovFin IDFF). Además, en septiembre de 2020, la Comisión puso en marcha una convocatoria de 1.000 millones de euros del Pacto Verde para proyectos de I+D e innovación para fomentar la lucha contra el coronavirus.</p>	<p>BORUNSKY, L., CORREIA, A., DELAURÉ, S., MARTINO, R., RAKIC, R. y RAVET, J. (2020). Making R&I transformative: evidence in support of the European Research Area communication. <i>R&I Paper Series, Working Paper 2020/14</i>. Luxembourg: Publication Office of the EU.</p> <p>BRADONJIC, P., FRANKE, N. y LÜTHJE, C. (2019). Decision-makers' underestimation of user innovation. <i>Research Policy</i>, 48(6), pp. 1354-1361.</p> <p>BRYAN, K., LEMUS, J. y MARSHALL, G. (2020). Innovation During a Crisis: Evidence from COVID-19, <i>SSRN Electronic Journal</i>, 29.</p> <p>CALLIGARIS, S., CRISCUOLO, C. y MARCOLIN, L. (2018). Mark-ups in the digital era. <i>OECD Science, Technology and Industry Working Papers</i>, n.º 2018/10. Paris: OECD Publishing.</p> <p>COMIN, D. y HOBIJN, B. (2004). Cross-country technology adoption: making the theories face the facts. <i>Journal of Monetary Economics</i>, 51(1), pp. 39-83.</p>
<p>El artículo concluye que se necesitan políticas de I+D+I bien diseñadas y coherentes, capaces de estimular las tres dimensiones de la sostenibilidad: medioambiental, social y económica, evitando disyuntivas incómodas entre estos objetivos. Para lograrlo, la política de I+D+I de la UE debe aspirar a ser transformadora, respaldada por principios como la direccionalidad de objetivos e inversiones, la cocreación, el enfoque de «gobierno en su conjunto» y la anticipación. Esta ambición y principios pueden observarse ya en iniciativas recientes de la UE, como el nuevo Espacio Europeo de Investigación y el nuevo programa marco europeo de I+D+I, Horizonte Europa.</p>	<p>BIBLIOGRAFÍA</p> <p>ANZOATEGUI, D., COMIN, D., GERTLER, M., y MARTINEZ, J. (2019). Endogenous Technology Adoption and R&D as Sources of Business Cycle Persistence. <i>American Economic Journal: Macroeconomics</i>, 11(3), pp. 67-110.</p> <p>BAJGAR, M., CRISCUOLO, C. y TIMMIS, J. (2019). <i>Supersize me: intangibles and industry concentration</i>. Mimeo.</p> <p>BIGGERI, M. y FERRANNINI, A. (2020). Framing R&I for transformative change towards sustainable development in the European Union. <i>R&I Paper Series, Working Paper 2020/11</i>. Luxembourg: Publication Office of the EU.</p> <p>BORUNSKY, L., CORREIA, A., MARTINO, R., RAKIC, R. y RAVET, J. (2020). Can research and innovation save the day? A fair green and digital recovery from COVID-19. <i>R&I Paper Series, Working Paper 2020/05</i>. Luxembourg: Publication Office of the EU.</p> <p>BORUNSKY, L., DUMITRESCU GORANOV, A., RAKIC, R. y RAVET, J. (2020). Aiming for more: research and development</p>	<p>COMISIÓN EUROPEA (2018a). <i>Artificial Intelligence: A European Perspective</i>. Luxembourg: Publication Office of the EU.</p> <p>COMISIÓN EUROPEA (2018b). <i>A new horizon for Europe: Impact assessment of the 9th EU framework programme for research and innovation</i>. Luxembourg: Publication Office of the EU.</p> <p>COMISIÓN EUROPEA (2019). <i>Communication from the European Commission: the European Green Deal</i>, COM(2019) 640 final.</p> <p>COMISIÓN EUROPEA (2020a). <i>Science, Research and Innovation Performance of the EU 2020</i>. Luxembourg: Publication Office of the EU.</p> <p>COMISIÓN EUROPEA (2020b). The role of research and innovation in support of Europe's recovery from the COVID-19 crisis. <i>R&I Paper Series</i>. Luxembourg: Publication Office of the EU.</p>
<p>NOTAS</p> <p>(1) Como ejemplifica el discurso de la canciller alemana, ANGELA MERKEL, con motivo de</p>		

<p>COMISIÓN EUROPEA (2020c). <i>The 2020 EU industrial R&D investment scoreboard</i>. Luxembourg: Publication Office of the EU.</p> <p>COMISIÓN EUROPEA (2020d). <i>Communication from the Commission: Europe's moment: Repair and Prepare for the Next Generation</i>. COM(2020) 456 final.</p> <p>COMISIÓN EUROPEA (2020e). <i>Communication from the Commission: A new ERA for Research and Innovation</i>. COM(2020) 628 final.</p> <p>COMISIÓN EUROPEA (2020f). The role of research and innovation in support of Europe's recovery from the COVID-19 crisis. <i>R&I Paper Series</i>, May 2020.</p> <p>COMISIÓN EUROPEA (2020g). Delivering on Europe's recovery through research and innovation. <i>R&I Paper Series</i>, July 2020.</p> <p>COMISIÓN EUROPEA (2021a). <i>EU research and innovation in action against the coronavirus: Funding, results and impact</i>. Luxembourg: Publication Office of the EU.</p> <p>COMISIÓN EUROPEA (2021b). <i>Communication from the Commission: Global Approach to Research and Innovation: Europe's strategy for international cooperation in a changing world</i>. COM(2021) 252 final.</p> <p>COMISIÓN EUROPEA (2021c). <i>Communication from the Commission: Updating the 2020 New Industrial Strategy: Building a stronger Single Market for Europe's recovery</i>. COM(2021) 350 final.</p> <p>COMISIÓN EUROPEA (2021d). <i>Annual Single Market Report 2021</i>. SWD(2021) 351.</p> <p>CORRADO, C., HASKE, J., IOMMI, M., JONALASINIO, C., MAS, M. y O'MAHONY, M. (2018). Advancements in measuring intangibles for European economies. <i>Review on National Accounts and Macroeconomic Indicators</i>, EURONA, 2/2017.</p> <p>DIJKSTRA, L., POELMAN, H. y RODRÍGUEZ-POSE, A. (2018). The Geography of EU Discontent. European Commission. <i>Regional and Urban Policy Working Paper 12/2018</i>.</p>	<p>EUROFOUND (2018). <i>Automation, digitalisation and platforms: Implications for work and employment</i>. Luxembourg: Publication Office of the EU.</p> <p>EUROPEAN INVESTMENT BANK (2021). <i>EIB Investment Report 2020/2021: Building a smart and green Europe in the COVID-19 era</i>. Luxembourg: Publication Office of the EU.</p> <p>FORAY, D., DE RASSENFOSSE, G., ABI YOUNES, G., AYOUBI, C., BALLESTER, B., CRISTELLI, G., VAN DEN HEUVEL, M., ZHOU, L., PELLEGRINO, G., GAULÉ, P. y WEBSTER, E. (2020). COVID-19: Insights from Innovation Economists. <i>Chair of Innovation and IP Policy</i>, WP n.º 10.</p> <p>GEELS, F.W. (2020). Transformative innovation and socio-technical transitions to address grand challenges. <i>R&I paper series, Working Paper 2020/02</i>. Luxembourg: Publication Office of the EU.</p> <p>GIEBEL, M. y KRAFT, K. (2020). R&D investments under financing constraints. <i>ZEW - Centre for European Economic Research, Discussion Paper</i> n.º 20-018.</p> <p>GRASSANO, N. y HERNÁNDEZ GUEVARA, H. (2021). <i>The impact of COVID-19 on top R&D investors: first insight into 2021 EU Industrial R&D Investment Scoreboard data</i>. European Commission, 2021, Joint Research Centre.</p> <p>GUELLEC, D. y PAUNOV, C. (2018). Innovation policies in the digital age. <i>OECD Science, Technology and Industry Policy Papers</i> n.º 59. Paris: OECD Publishing.</p> <p>KADUNC, M. y BRUNO, N. (2020). <i>Keeping our eyes on the Horizon: Monitoring flash series: a Horizon 2020 monitoring report</i>. Luxembourg: Publication Office of the EU.</p> <p>KUCKERTZ, A., BRÄNDLE, L., GAUDIG, A., HINDERER, S., REYES, C. A. M., PROCHOTTA, A., STEINBRINK, K. M. y BERGER, E. (2020). Startups in times of crisis – A rapid response to the COVID-19 pandemic. <i>Journal of Business Venturing Insights</i>, 13.</p> <p>LARRUE, P. (2021). The design and implementation of mission-oriented innovation policies: A</p>	<p>new systemic policy approach to address societal challenges. <i>OECD Science, Technology and Industry Policy Papers</i>, n.º 100. Paris: OECD Publishing.</p> <p>LUNDIN, N. y SCHWAAG SERGER, S. (2018). Agenda 2030 and A Transformative Innovation Policy – Conceptualizing and experimenting with transformative changes towards sustainability. <i>Transformative Innovation Policy Consortium WP 2018-01</i>.</p> <p>MARQUES SANTOS, A., HAEGEMAN, K. y MONCADA-PATERNÒ-CASTELLO, P. (2021). The impact of COVID-19 and of the earlier crisis on firms' innovation and growth: a comparative analysis. <i>JRC Working Papers on Territorial Modelling and Analysis</i> n.º 03/2021.</p> <p>MAZZUCATO, M. (2013). <i>The Entrepreneurial State: debunking public vs. private sector myths</i>. Penguin Books.</p> <p>MAZZUCATO, M. (2016). <i>Innovation, the State and Patient Capital, in Rethinking Capitalism Economics and Policy for Sustainable and Inclusive Growth</i>, eds. M. JACOBS and M. MAZZUCATO. London, UK: Wiley-Blackwell.</p> <p>MAZZUCATO, M. (2018). <i>Mission-oriented research & innovation in the European Union: A problem-solving approach to fuel innovation-led growth</i>. Luxembourg: Publication Office of the EU.</p> <p>MAZZUCATO, M. (2019). <i>Governing Missions in the European Union</i>. Luxembourg: Publication Office of the EU.</p> <p>MAZZUCATO, M. y SEMIENIUK, G. (2017). Public financing of innovation: new questions. <i>Oxford Review of Economic Policy</i>, 33, pp. 24-48.</p> <p>MONCADA-PATERNÒ-CASTELLO, P. y GRASSANO, N. (2020). The EU vs US corporate R&D intensity gap: Investigating key sectors and firms. <i>JRC Working Papers on Corporate R&D and Innovation</i>, n.º 02/2020.</p> <p>MONNET, J. (1996). <i>Repères pour une méthode: Propos sur l'Europe à faire</i>. Fayard.</p>
--	--	---

<p>NEMET, G. F. (2009). Demand-pull, technology-push, and government-led incentives for non-incremental technical change. <i>Research Policy</i>, 38, pp. 700-709.</p> <p>OECD (2021). <i>OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2021: Times of Crisis and Opportunity</i>. Paris: OECD Publishing.</p> <p>OECD (2021b). <i>Business dynamism during the COVID-19 pandemic: Which policies for an inclusive recovery?</i> OECD Policy Responses to Coronavirus, 18 February 2021.</p> <p>PAUNOV, C. y PLANES-SATORRA, S. (2021). Science, technology and innovation in the time of COVID-19. <i>OECD STI Policy Papers</i>, 99. Paris: OECD Publishing.</p> <p>RAKIC, R. et al. (2021). Fostering R&D intensity in the European Union: Policy experiences and lessons learned. <i>Case study contribution to the OECD TIP project on R&D intensity</i>.</p>	<p>RAWORTH, K. (2017). <i>Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist</i>. Random House.</p> <p>RICCI, A., SESSA, C. y WEBER, M. (2017). <i>New Horizons: Future Scenarios for Research and Innovation Policies in Europe</i>. European Commission Report.</p> <p>RITCHIE, H. y ROSER, M. (2017). Technology Adoption. Published online at <i>OurWorldInData.org</i>. Disponible en: https://ourworldindata.org/technology-adoption</p> <p>SCHAPER-RINKEL, P. (2013). The role of future oriented technology analysis in the governance of emerging technologies: The example of nanotechnology. <i>Technological Forecasting and Social Change</i>, 80, pp. 444-452.</p> <p>SCHOT, J. W. y STEINMUELLER, E. (2018). Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. <i>Research Policy</i>, 47, pp. 1554-1567.</p>	<p>STEWART, J. (1995). Models of priority-setting for public sector research. <i>Research Policy</i>, 24, pp. 115-126.</p> <p>TATAJ, D., MARTINS, F., RENDA, A., DUNLOP, K., DIXON-DECLÈVE, S., BRIA, F., SCHWAAG SERGER, S., HIDALGO, C., ISAKSSON, D., MORLET, A., CHARVERIAT, C., MIR ROCA, M., BALLAND, P. A., HUANG, A. y GIOVANNINI, E. (2020). <i>Protect, prepare and transform Europe: Recovery and resilience post COVID-19</i>, ESIR Policy Brief n.º 1. Luxembourg: Publication Office of the EU.</p> <p>UNITED NATIONS (2019a). <i>Global Sustainable Development Report</i>. UN publication.</p> <p>UNITED NATIONS (2019b). <i>Emissions Gas Report</i>. United Nations publication.</p> <p>VON HIPPEL, E., OGAWA S. y DE JONG, J. P. J. (2011). The Age of the Consumer-Innovator. <i>MIT Sloan Management Review</i>, 53(1), pp. 27-35.</p>
--	--	---