

SESIONES ACADÉMICAS NACIONALES: SANTIAGO DE COMPOSTELA



Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

RETOS ECONÓMICOS Y SOCIALES EN EL HORIZONTE DE 2030

SOLEMNE ACTO ACADÉMICO CONJUNTO ENTRE LA UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA Y LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS

RETOS ECONÓMICOS Y SOCIALES EN EL HORIZONTE DE 2030

Solemne Acto Académico conjunto entre la Universidad de Santiago de Compostela y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España

La realización de esta publicación ha sido posible gracias a





con la colaboración de



RETOS ECONÓMICOS Y SOCIALES EN EL HORIZONTE DE 2030

Solemne Acto Académico conjunto entre la Universidad de Santiago de Compostela y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España

Publicaciones de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

"Retos económicos y sociales en el horizonte de 2030". / Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

Bibliografía ISBN- 978-84-09-65597-7

I. Título II. Gil Aluja, Jaime III. Colección

1. Economía 2. ODS 3. Desarrollo sostenible 4. Objetivos globales 5. Horizonte 2030

La Academia no se hace responsable de las opiniones científicas expuestas en sus propias publicaciones.

(Art. 41 del Reglamento)

Editora: ©2024 Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras, Barcelona.

www.racef.es

Fotografía de cubierta: ©2024 Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras, Barcelona.

Académica Coordinadora: Dra. Ana Maria Gil-Lafuente

ISBN-978-84-09-65597-7

Depósito legal: B 18794-2024



Obra producida en el ámbito de la subvención concedida a la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

Esta publicación no puede ser reproducida, ni total ni parcialmente, sin permiso previo, por escrito de la editora. Reservados todos los derechos.

Imprime: Ediciones Gráficas Rey, S.L.—c/Albert Einstein, 54 C/B, Nave 12-14-15 Cornellà de Llobregat—Barcelona Impresión octubre 2024





Esta publicación ha sido impresa en papel ecológico ECF libre de cloro elemental, para mitigar el impacto medioambiental

RETOS ECONÓMICOS Y SOCIALES EN EL HORIZONTE DE 2030

Solemne Acto Académico conjunto entre la Universidad de Santiago de Compostela y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España

04 - 07 DE JUNIO DE 2024

ACTO ACADÉMICO

APERTURA Y PRESENTACIÓN

Dr. Jaime Gil Aluja

Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras "El lenguaje claro".

Dr. Antonio López Díaz

Rector de la Universidad de Santiago de Compostela

PRIMERA SESIÓN ACADÉMICA

Dr. Antonio Terceño Gómez

Académico de Número de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras "Evaluación del progreso de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la Unión Europea: una revisión de la literatura".

Dr. Santiago Lago Peñas

Catedrático de la Universidad de Santiago de Compostela "La Hacienda Pública Española ante los retos económicos y sociales en el horizonte de 2030".

SEGUNDA SESIÓN ACADÉMICA

Dr. Mario Aguer Hortal

Académico de Número de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

"Hacia la década de los 50. Un futuro significativo".

Dra. Paula López Martínez

Directora adjunta del CITIUS (Univ. Santiago de Compostela) "Chips e inteligencia".

TERCERA SESIÓN ACADÉMICA

Dr. Enrique López González

Académico de Número de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

"Horizonte 2030: Columbrando oportunidades ante las disrupciones. El rol de la educación superior".

Dra. María Loureiro

Catedrática de Economía Financiera y Contabilidad de la Universidad de Santiago de Compostela

"Ciberseguridad y cambio climático".

CUARTA SESIÓN ACADÉMICA

Dr. Luis Otero González

Académico de Número de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

"Activismo inversor y cambio climático".

Dr. José Antonio Redondo López

Catedrático de la Universidad de Santiago de Compostela

"Estrategias para un turismo sostenible en el Camino de Santiago: Un análisis de las buenas prácticas y los retos para el futuro".

CLAUSURA DEL ACTO NACIONAL DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Dr. Jaime Gil Aluja

Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras "El mensaje humanista".

Dr. Antonio López Díaz

Rector de la Universidad de Santiago de Compostela.

Firma del Convenio de Colaboración entre la Universidad de Santiago de Compostela y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España.

ÍNDICE

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS RETOS ECONÓMICOS Y SOCIALES EN EL HORIZONTE DE 2030

Solemne Acto Académico conjunto entre la Universidad de Santiago de Compostela y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España

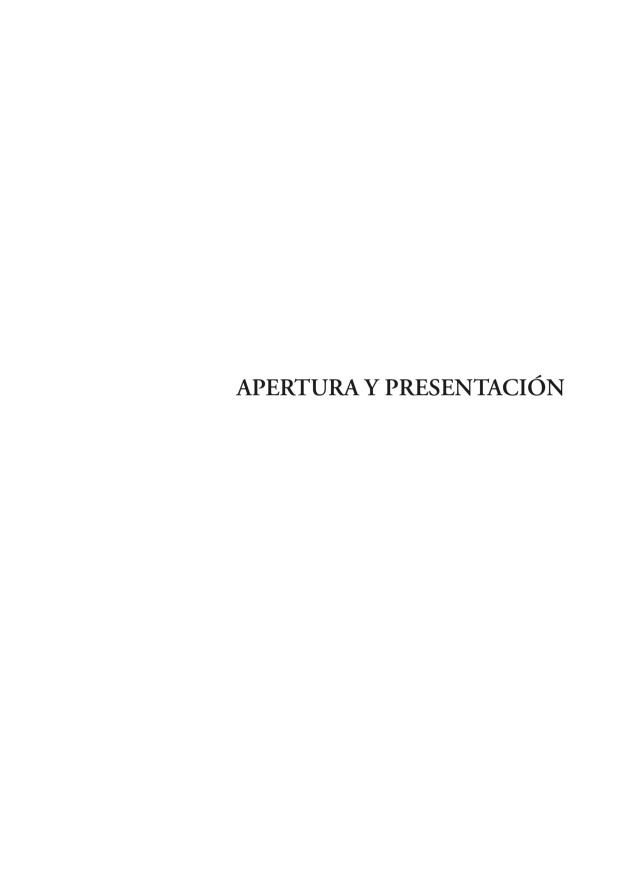
04 - 07 de junio de 2024

APERTURA Y PRESENTACIÓN

Dr. Jaime Gil Aluja El lenguaje claro	15
SESIÓN ACADÉMICA	
Dr. Antonio Terceño Gómez Evaluación del progreso de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la Unión Europea: una revisión de la literatura	21
Dr. Santiago Lago Peñas La Hacienda Pública Española ante los retos económicos y sociales en el horizonte de 2030	59
Dr. Mario Aguer Hortal Hacia la década de los 50. Un futuro significativo	71
Dra. Paula López Martínez Chips e inteligencia	79
Dr. Enrique López González Horizonte 2030. Columbrando oportunidades ante las disrupciones. El rol de la educación superior	95

ÍNDICE

Dr. Luis Otero González Activismo inversor y cambio climático	243
Dr. José Antonio Redondo López Estrategias para un turismo sostenible en el Camino de Santiago: Un análisis de las buenas prácticas y los retos para el futuro	261
CLAUSURA ACTO ACADÉMICO	
Dr. Jaime Gil Aluja El mensaje humanista	:77
Publicaciones	
Publicaciones de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras 2	283



EL LENGUAJE CLARO

Conferencia de apertura

Dr. Jaime Gil Aluja Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

El reto del lenguaje claro

La sociedad convulsa en la que ejercemos nuestras actividades, con sus múltiples caras y sus cambios rápidos y profundos, nos exige una casi permanente adaptación, que no siempre es posible realizar por todas las capas económicas y sociales que la componen.

Los motivos son variados y diversos, pero uno de ellos sobresale con fuerza cuando abordamos un futuro a medio plazo cargado de complejidad e incertidumbre: el lenguaje.

Y es que, además de las múltiples incidencias existentes en las tupidas redes de intercomunicación a las que nos habíamos ya acostumbrado, se han añadido las causadas por las "redes sociales de comunicación", que han sido víctimas de una degradación social del lenguaje, a la vez que causantes coparticipes de esa degradación.

Habitualmente, este acostumbra a ser el relato que circula en conversaciones y tertulias sobre el tema de la degradación del lenguaje y que es objeto de variados intentos de hallar soluciones aceptables a su regeneración.

Nos preocupa, evidentemente, esta parte del problema, pero en este foro en que nos hallamos, quizás nos correspondería, antes y sobre todo, sacudir las conciencias de las más altas instancias políticas, sociales y económicas sobre la **claridad** de sus mensajes, para hacerlos accesibles a todos los ciudadanos de nuestra sociedad.

Solo así se cumplirá el mandato constitucional asentado en los valores democráticos de igualdad de oportunidades, sobre todo la igualdad de oportunidades de acceso al conocimiento.

La Red Panhispánica del Lenguaje Claro

Afortunadamente, este profesor tuvo ocasión en las mensuales reuniones de la Juta Rectora del Instituto de España de entablar conversación sobre el tema que nos preocupa con el Excmo. Sr. Santiago Muñoz Machado, Director de la Real Academia Española y Presidente de la Asociación de Academias de la Lengua Española.

El Sr. Muñoz Machado me explicó que, conscientes del problema por nosotros aquí planteado, se constituyó oficialmente el 9 de junio de 2022, impulsado por la Real Academia Española, la Red Panhispánica de Lenguaje Claro, en Santiago de Chile, en un acto solemne celebrado en la Corte Suprema de Justicia de aquella República.

En una carta dirigida a mi persona el pasado 30 de abril de 2024, el Sr. Muñoz Machado exponía lo siguiente:

"Su propósito esencial es fomentar el lenguaje claro y accesible como fundamento de los valores democráticos y de ciudadanía, así como promover el compromiso de las autoridades y de las entidades que prestan servicios de interés general para asegurarlo en todos los ámbitos.

Desde entonces, se han adherido las corporaciones de la Asociación de Academias de la Lengua Española (ASALE), la Secretaría General Iberoamericana (SEGIB), la Cumbre Judicial Iberoamericana, la Conferencia de Ministros de Justicia de los Países Iberoamericanos (COMJIB), la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), la Organización Iberoamericana de Seguridad Social (OISS), el Tribunal Supremo y el Consejo General del Poder Judicial de España, varias

Cortes Supremas americanas, la Fiscalía General del Estado, el Ministerio de la Presidencia, Justicia y Relaciones con las Cortes, los presidentes de diversas Comunidades Autónomas y el Defensor del Pueblo de España, así como las redes nacionales de Lenguaje Claro de Chile, Colombia, Uruguay y Ecuador, además de numerosas instituciones o entidades públicas y privadas de distintos países hispanohablantes."

La Real Corporación que me honro presidir fue invitada a formalizar nuestra inscripción, cosa que hicimos de inmediato. Actualmente estamos formalmente incorporados a la citada Red Panhispánica.

El pasado día 21 de mayo de 2024 se organizó en Madrid, en la sede de la Real Academia Española, la I Convención, bajo la presidencia de S. M. El Rey de España, en la que este Presidente tuvo el placer y el honor de asistir.

La Real Academia en la Red Panhispánica

A nuestro entender, nuestro papel en la Red puede adquirir un alto valor, tanto para las instituciones de los países hispanos integrados como para la propia Real Academia.

En efecto, la ciencia económica posee un vocabulario con términos no comunes en el lenguaje coloquial, por la propia naturaleza de la economía y por la cantidad de obras utilizadas en España de origen en otros idiomas, principalmente, pero no exclusivamente, en inglés.

Por otra parte, conocido es que la actividad investigadora de la RACEF es muy potente en el espacio de la ciencia en el que nos hemos instalado de manera preferente. La Escuela de Economía Humanista de Barcelona, es un ejemplo revelador, por la necesidad de crear nuevas palabras, sean conceptuales, técnicas, operadores o teorías. Las instituciones de la Red pueden ser entonces de gran valía.

Como miembro de la Red Panhispánica de Lenguaje claro, la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras al asumir el reto de reconocer el derecho fundamental de todos los humanos a comprender, asume el compromiso de colaborar en la tarea común de promover el lenguaje claro y accesible, tanto en la función pública como privada, empezando por los órganos de nuestra Real Corporación como son el Observatorio Económico-Financiero, la Barcelona Economics Network y la Escuela de Economía Humanista de Barcelona.

La comunicación fluida con los demás miembros de la Red y el intercambio de informaciones y conocimientos se averan como los dos principales recursos para llevar a buen fin este importante proyecto.

En la pasada Junta de Gobierno del 23 de mayo de 2024 se designó a la Excma. Académica de Número Dra. Ana Mª Gil Lafuente como delegada de Lenguaje Claro de la RACEF, para coordinar las actividades propias de la Red, establecidas en el acuerdo de constitución, así como evaluar la marcha del mismo.

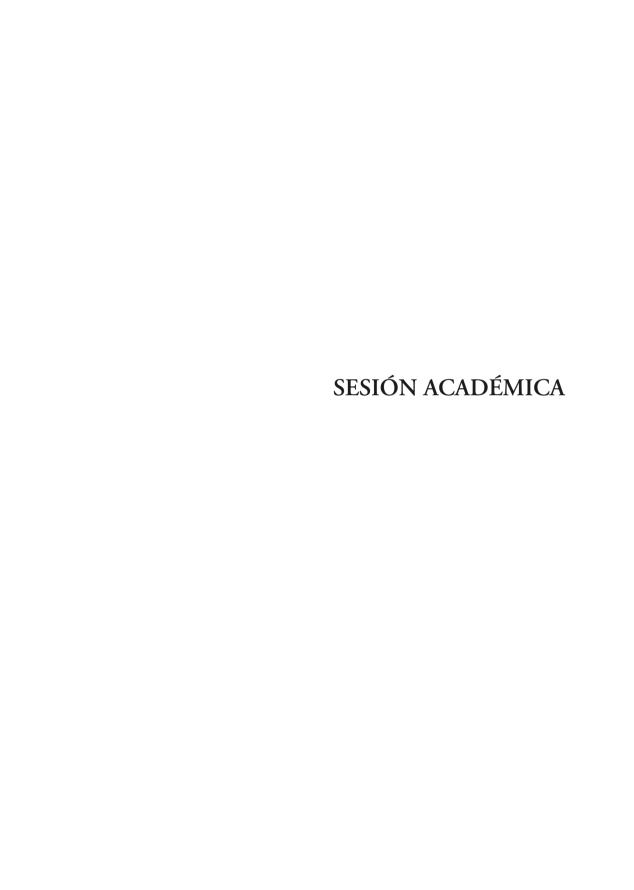
El primer paso de esta nueva actividad de la Real Academia ha sido dado.

En el inicio de este Acto Nacional de Santiago de Compostela 2024 hemos querido hacer, también, una primera llamada al trabajo común, en un reto más que nuestra Institución se ha autoimpuesto. El humanismo ha ensanchado sus fronteras en un "ámbito material" hasta ahora no abordado por nosotros.

Creemos, sinceramente, que el esfuerzo que nos espera vale la pena sea aceptado con entusiasmo e ilusión, porque disponemos de los principios, axiomas, conceptos, instrumentos, técnicas, métodos, modelos y algoritmos suficientes para ser empleados en el mejor tratamiento de este ámbito material, en la búsqueda y consecución del alto objetivo de elaborar y transmitir un lenguaje social y económico claro.

Ustedes, Excmos. Sres. Académicos y Profesores de la Universidad de Santiago de Compostela, tienen la palabra.

Gracias muchas gracias.



EVALUACIÓN DEL PROGRESO DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA UNIÓN EUROPEA: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA

Dr. Antonio Terceño Gómez Académico de Número de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

Resumen

Dada la cercanía del año 2030 resulta necesario evaluar el progreso hacia los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Este estudio analiza la situación en la Unión Europea y realiza una revisión sistemática de la literatura científica, desde 2015 a 2022, centrada en la evaluación y medición del impacto de los ODS dentro de la Unión Europea. El alcance del estudio es de 981 artículos que se analizan y categorizan para deducir los temas predominantes que reciben atención actualmente.

Los resultados destacan tres acciones clave para alcanzar los ODS: i) la importancia de la coherencia política a la hora de promover estrategias relacionadas con el desarrollo sostenible; ii) la necesidad de ajustar tanto los objetivos como los indicadores de medición a nivel local; y iii) la importancia de incorporar el conocimiento de los ODS en la educación.¹

Estos hallazgos tienen como objetivo crear conciencia entre investigadores, empresas y tomadores de decisiones políticas sobre la importancia de alcanzar los ODS para garantizar la sostenibilidad de nuestro planeta en todas las dimensiones.

¹ Este trabajo está basado en M.G., Barberà-Mariné, L. Fabregat-Aibar, V. Ferreira, A. Terceño, "One Step Away from 2030, An Assessment of the Progress of Sustainable Development Goals (SDGs) in the European Union". The European Journal of Development Research. ISNN: 0957-8811 (print) 1743-9728 (online, 2024)

Palabras clave: Objetivos de Desarrollo Sostenible; evaluación de los ODS; Agenda 2030; Políticas de sostenibilidad, Educación en sostenibilidad.

1. Introducción

El desarrollo sostenible fue definido por primera vez en el Informe Brundtland de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (WCED) en 1987, como "el desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades" (WCED, 1987).

En 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó "La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible", que busca promover el compromiso de los países con un futuro sostenible, justo y equitativo. Esta agenda consta de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas, que apuntan a abordar las dimensiones económica, social y ambiental del desarrollo sostenible. Estos objetivos se centran en el fin de la pobreza, proteger el planeta y garantizar que "nadie se quede atrás". Los ODS cubren una amplia gama de cuestiones que incluyen la pobreza, el hambre, la salud, la educación, la igualdad de género, el agua, el saneamiento, la energía, etc. (Naciones Unidas, 2015).

El Informe de Desarrollo Sostenible que se publica anualmente, ofrece una visión general de los avances realizados por todos los países en la implementación de los ODS, utilizando el Índice de los ODS, que ha sido ajustado por Biggeri *et al.* (2019). En la tabla 1 se presenta el índice y la posición en el ranking de los países de la Unión Europea para el año 2022, ofreciendo una perspectiva clara del progreso regional.

Tabla 1. Índice de los ODS y ranking de los países de la UE

PAÍS	ÍNDICE DE PUNTUACIÓN	RANKING
Finlandia	86,8	1
Suecia	86,0	2
Dinamarca	85,7	3
Alemania	83,4	4
Austria	82,3	5
Francia	82,0	6
República Checa	81,9	8
Polonia	81,8	9
Estonia	81,7	10
Croacia	81,5	12
Eslovenia	81,0	13
Letonia	80,7	14
España	80,4	16
Irlanda	80,1	17
Portugal	80,0	18
Bélgica	79,5	19
Países Bajos	79,4	20
Hungría	79,4	22
Eslovaquia	79,1	23
Italia	78,8	24
Grecia	78,4	28
Luxemburgo	77,6	33
Rumania	77,5	35
Lituania	76,8	37
Malta	75,5	41
Bulgaria	74,6	44
Chipre	72,5	59

Fuente: Sustainable Development Report (2023)

El valor del índice global para el mundo es de 66,7, por tanto todos los países de la UE están por encima de este valor, además de los 166 países evaluados, todos los miembros de la UE se sitúan dentro de los 60 primeros en el ranking. Destacar también, que entre los 20 primeros países, 17 pertenecen a la UE y entre los 30 primeros, 21 son de la UE, de los 27 países que la integran. Estos datos sirven para corroborar que la UE y sus Estados miembros han sido actores clave al poner especial énfasis en los objetivos establecidos por la Agenda 2030, integrándolos en una amplia gama de políticas y realizando investigaciones integrales para avanzar en estos objetivos (Comisión Europea, 2017, 2019).

La UE no ha elaborado una estrategia propia para la Agenda 2030, sin embargo, los ODS son una parte intrínseca de las directrices políticas. En consecuencia, la Comisión está implementando un ambicioso programa político que integra los ODS en todas las propuestas, políticas y estrategias de la Comisión como, por ejemplo, el Pacto Verde Europeo (Lafortune *et al.*, 2022; von der Leyen, 2019).

Considerando que estamos en la mitad del plazo que otorga la Agenda 2030 para alcanzar sus metas, el propósito de este documento es triple: verificar el grado de cumplimiento de los ODS en la UE; categorizar y clasificar los artículos según los temas tratados; y analizar los temas más discutidos/ tratados en la literatura. Este estudio permite identificar qué ODS han recibido más atención y valorar los retos que se deben abordar en los próximos años para alcanzar los objetivos marcados en la Agenda 2030 en Europa.

A través de un análisis de la implementación de los ODS en la UE, este estudio pretende arrojar luz sobre las formas más efectivas de alcanzar estos objetivos y promover el desarrollo sostenible en todo el mundo.

Por otra parte y para destacar la importancia de la Agenda 2030, más allá de consideraciones políticas, queremos mencionar las conclusiones del World Economic Forum (WEF) sobre los riesgos que a corto (2años) y a largo plazo

(10 años) amenazan al mundo. Según el WEF, estos riesgos están intrínsecamente relacionados con varios de los objetivos establecidos en la Agenda 2030, destacando la urgencia de abordar desafíos como el cambio climático, la protección de la información digital o la división social.

Tabla 2. Riesgos globales clasificados por gravedad a corto plazo (2 años) y largo plazo (10 años)

	Corto plazo (2 años)	Largo plazo (10 años)
1°	Desinformación y fake news	Eventos climáticos extremos
2°	Eventos climáticos extremos	Cambio crítico en los sistemas terrestres
3°	Polarización social	Pérdida de biodiversidad y colapso de los ecosistemas
4°	Seguridad cibernética	Escasez de recursos naturales
5°	Conflictos armados entre países	Desinformación y fake news
6°	Falta de oportunidades económicas	Resultados adversos de las tecnologías de IA
7°	Inflación	Migración involuntaria
8°	Migración involuntaria	Seguridad cibernética
9°	Caída Económica	Polarización social
10°	Contaminación	Contaminación

Fuente: World Economic Forum Global Risks, Encuesta de percepción 2023-24

Estos riesgos los clasifican en 5 categorías: Económico (azul), Ambiental (verde), Geopolítico (naranja), Social (rojo) y Tecnológico (lila). Resulta muy fácil establecer paralelismos entre estos riesgos y los ODS, lo que incide en la importancia de la Agenda 2030 y que la no consecución de sus objetivos puede significar agravar los riesgos mundiales.

También es remarcable la preponderancia de los riesgos ambientales, sociales y tecnológicos sobre los económicos y geopolíticos, si bien los primeros acaban haciendo mella especialmente en los económicos.

2. Métodos y datos

La base de datos utilizada para seleccionar las investigaciones relacionadas con los ODS fue Scopus y la información se extrajo el 14 de julio de 2022. La búsqueda se realizó de la siguiente manera:

La búsqueda arrojó un total de 1344 'artículos' y 'reseñas' publicados desde 2015, al ser este el año de publicación de la Agenda 2030. Se consideraron únicamente las publicaciones en inglés en las áreas temáticas de: *Environmental Science, Social Science, Economics, Econometrics and Finance, Business, Management and Accounting*.

Debido al amplio tamaño de la muestra, se implementó una regla específica basada en el número de citas, dado que este es un criterio del interés que ha generado dicha publicación en la comunidad científica y en la sociedad en general. Se requirió un mínimo de 3 citas por año desde la publicación del trabajo así, se estipuló un mínimo de 6 citas para los artículos publicados en 2020, 9 citas para los de 2019, etc... Sin embargo, se decidió incluir todos los artículos publicados en 2022 y 2021, ya que dada la fecha de extracción de los artículos no se puede garantizar que haya transcurrido el tiempo suficiente para que los artículos hayan sido citados. Con estos criterios, la muestra se redujo a 983 artículos.

Cada uno de los 983 artículos se analizaron para identificar la siguiente información: los ODS abordados y los países o regiones donde se realizó la investigación. Además, cada documento se categorizó en función del enfoque central del estudio. Las diferentes categorías se establecieron intentando que fuera coherente e incluyera todos los ámbitos analizados. En esta fase del proceso se eliminaron dos artículos porque contenían las siglas ODS, pero no tenían relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Así, el número total de artículos finalmente clasificados fue 981.

3. Resultados

Dos ODS en particular, el ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico) y el ODS 12 (Producción y consumo sostenibles), reciben la mayor atención. Los artículos se centran en medir el alcance de estos ODS, analizar las acciones necesarias para cumplirlos e identificar las limitaciones para su logro. Los siguientes ODS estudiados con más frecuencia son el ODS 9 (industria, innovación e infraestructura) (Surówka *et al.*, 2021), el ODS 4 (educación de calidad) (Oppi *et al.*, 2021) y el ODS 13 (Acción por el clima) (Kolb *et al.*, 2021). al., 2017; Wright, 2021) (ver Figura 1).

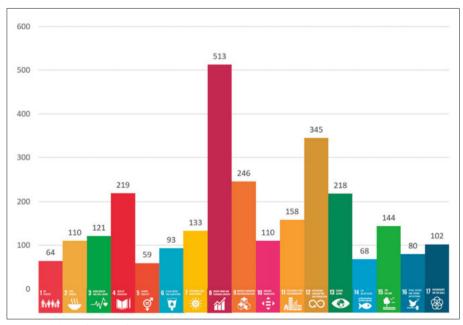


Figura 1. Número de publicaciones que analizan cada ODS.

Fuente: elaboración propia

En la figura 2 se presentan el número de artículos por países y ODS. Hay que tener en cuenta que hay artículos que no analizan ningún país en concreto si no que realizan un análisis teórico. Destacan, por número de documentos, España, Italia, Alemania, Polonia, Portugal y Suecia. También vuelve a comprobarse la importancia para el análisis de los ODS 4, ODS 8, ODS 9, ODS 12 y ODS 13, ya que han sido analizados en casi todos los estados miembros de la UE. En concreto, España e Italia también han prestado especial atención al análisis del ODS 11. Además, para el conjunto de la UE, también se han analizado en profundidad el ODS 2, el ODS 7 y el ODS 15.

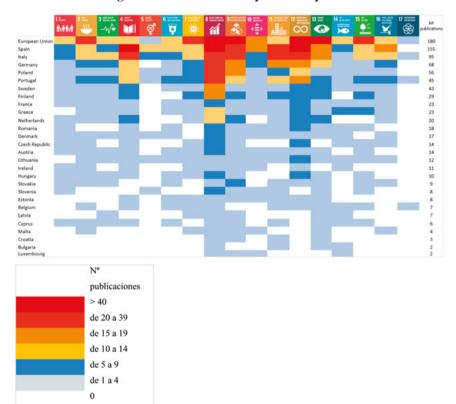


Figura 2. ODS analizados para cada país.

Fuente: elaboración propia

La tabla 3 contiene el índice ODS de cada país y la puntuación específica de los distintos ODS también para cada país, así como la media para la UE. A partir de estos datos, no se puede establecer ninguna relación directa entre el número de artículos que tratan sobre un ODS particular y su respectivo índice. Es decir, el criterio de la academia no ha sido analizar ni los objetivos que tuvieran un mejor o peor índice. Si bien es necesario realizar una salvedad y es que nuestro análisis se centra en las áreas del ámbito de la economía, por lo que pudiera ser que en otros ámbitos esta relación si exista.

Tabla 3. Índice de ODS global y por objetivo de los países de la UE

País	Index Score	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Goal 13 Score	14	15	16	Goal 17 Score
Austria	82,3	99,5	73,1	92,5	97,9	84,6	92,2	86,0	83,3	97,0	94,6	92,5	49,6	57,3		73,6	87,9	71,1
Bélgica	79,5	99,5	71,2	93,4	95,3	87,8	70,6	74,0	84,3	97,1	100,0	88,1	44,9	52,9	56,7	81,8	85,8	67,4
Bulgaria	74,6	100,0	68,2	79,3	79,5	71,6	66,3	71,3	82,3	66,2	51,0	73,4	75,1	84,2	65,7	94,1	68,5	71,9
Croacia	81,5	100,0	74,3	86,4	95,7	71,1	86,4	83,2	82,7	74,7	94,2	80,7	68,3	83,5	84,6	88,2	72,1	59,4
Chipre	72,5	99,9	53,7	91,1	93,9	68,1	67,9	74,1	74,8	75,8	85,5	77,8	50,8	68,1	50,2	79,0	74,7	46,9
República Checa	81,9	99,9	62,1	90,2	93,9	74,3	82,9	76,0	88,0	83,8	100,0	94,5	62,8	72,2		92,5	84,2	68,6
Dinamarca	85,7	99,2	71,0	95,4	99,3	87,0	90,7	87,7	87,6	97,0	98,2	93,0	44,6	60,8	76,3	92,8	93,8	82,1
Estonia	81,7	100,0	63,2	89,5	96,1	76,8	84,1	78,0	82,2	83,3	89,1	90,5	52,6	61,5	87,5	96,1	91,0	67,3
Finlandia	86,8	99,6	60,9	95,4	97,2	92,1	94,3	93,0	86,8	96,0	98,5	91,2	60,1	68,8	87,9	85,1	92,5	75,6
Francia	82,0	99,7	72,4	93,2	99,6	87,8	89,3	78,6	85,3	92,8	87,5	90,5	60,5	73,8	65,7	68,8	76,1	73,1
Alemania	83,4	99,5	72,4	93,0	97,2	81,9	88,4	77,2	87,0	95,8	88,1	90,1	55,4	64,0	74,0	79,2	89,5	84,4
Grecia	78,4	99,2	66,6	90,3	97,1	65,4	87,7	76,4	73,8	81,6	84,6	85,6	64,8	80,2	65,8	81,2	71,1	60,8
Hungría	79,4	98,9	70,3	83,6	92,8	66,8	86,6	73,9	84,6	80,3	92,7	89,3	76,1	77,9		86,5	69,1	54,1
Irlanda	80,1	99,9	67,7	94,4	99,0	77,7	82,9	74,8	87,0	86,5	90,3	90,8	45,9	54,1	72,6	88,6	89,1	61,2
Italia	78,8	97,5	69,8	93,9	94,2	74,3	80,8	76,9	79,9	87,5	77,9	74,6	71,6	79,9	62,6	79,9	72,9	65,2
Letonia	80,7	100,0	64,2	84,3	97,8	77,5	89,2	88,9	84,5	77,0	72,6	86,7	58,8	71,7	84,0	97,8	82,1	54,4
Lituania	76,8	100,0	59,6	86,1	98,1	75,9	78,8	69,9	81,1	75,5	70,9	82,8	46,9	58,4	82,0	95,3	84,8	59,5
Luxemburgo	77,6	100,0	58,9	96,5	98,3	85,3	81,6	56,5	85,7	88,6	84,0	99,0	39,5	49,4		67,7	89,7	73,4
Malta	75,5	99,8	66,3	91,2	99,1	64,7	48,7	72,1	87,3	71,7	86,6	88,3	58,1	79,2	69,4	82,7	64,9	54,1
Países Bajos	79,4	99,3	67,7	95,7	99,3	85,1	87,2	72,0	86,3	93,4	89,8	92,9	47,7	43,3	55,3	77,9	86,7	70,8

Cont...

País	Index Score	- 1	2	3	Goal 4 Score	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Goal 16 Score	17
Polonia	81,8	99,0	67,5	85,2	97,5	73,1	84,4	71,2	86,9	80,3	93,4	87,8	74,1	75,3	72,1	92,9	77,4	72,6
Portugal	80,0	99,9	64,3	92,1	98,6	84,2	80,3	83,5	81,2	82,2	84,4	88,0	67,4	84,1	49,4	73,9	80,9	65,9
Rumanía	77,5	98,6	72,9	80,6	84,6	55,1	76,3	76,4	83,2	69,4	77,2	85,3	79,2	87,2	86,7	79,5	73,4	51,3
Eslovaquia	79,1	99,2	72,3	87,8	82,0	73,7	81,8	77,2	81,5	73,6	100,0	84,0	69,4	70,6		89,2	77,8	59,0
Eslovenia	81,0	99,4	66,6	92,4	95,6	77,0	87,8	80,2	84,9	80,8	100,0	85,6	54,1	69,1	71,3	83,6	80,5	68,2
España	80,4	98,7	65,4	94,2	97,4	86,9	87,4	78,1	79,4	90,2	81,4	91,9	67,9	80,2	59,5	66,4	79,2	63,0
Suecia	86,0	98,9	63,1	96,9	99,8	91,4	95,1	98,0	85,0	97,6	95,0	90,4	56,8	70,0	69,3	80,2	88,5	85,8
UE	80,2	99,4	66,9	90,5	95,4	77,7	82,6	78,0	83,6	84,3	87,7	87,6	59,4	69,5	57,4	83,5	80,9	66,2

Fuente: elaboración propia

Dada la no relación, al menos manifiesta, entre las publicaciones y los diferentes ODS se trabaja en la determinación de diferentes categorías en función del tema principal de cada documento. Las categorías definidas, así como el número de artículos clasificados en cada categoría, se muestran en la Tabla 4. Cabe señalar que cada documento solo fue incorporado a una categoría, considerando el objetivo principal de su investigación.

Tabla 4. Categorías utilizadas para clasificar los artículos.

Categoría	Definición	Documentos	%
Políticas sostenibles	Examina el marco regulatorio relacionado con la sostenibilidad que engloba la implementación de los ODS, así como propuestas para modificar las políticas existentes o diseñar un nuevo marco de políticas.	118	12%
Evaluación del Desarrollo Sostenible	Medir la implementación de los ODS utilizando indicadores o metodologías especiales.	115	12%
Educación Sostenible	Impulsar el desarrollo sostenible, integrando los criterios ASG en la educación a todos los niveles	108	11%
Energía y Energías Renovables	Analiza el sector energético, incluyendo estudios que aborden temas como pobreza energética o acceso, eficiencia y transición energética. Con especial foco en las energías renovables.	83	8%

Cont...

EVALUACIÓN DEL PROGRESO DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA UNIÓN EUROPEA: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA

Categoría	Definición	Documentos	%
Evaluación ambiental	Incluyen estudios que se centran en la evaluación de variables ambientales y básicamente están relacionados con las emisiones considerando la contaminación y la calidad del aire.	82	8%
Ciudades sostenibles	Planificación urbana sostenible, uso eficiente de los recursos y promoción de energías renovables y tecnologías verdes.	66	7%
Salud	Artículos que analizan indicadores de salud y bienestar.	55	6%
Innovación sostenible	Desarrollo e implantación de nuevos productos y servicios que promuevan criterios sostenibles	47	5%
Revisión de literatura	Publicaciones sobre un tema específico de los ODS	41	4%
Negocios Sostenibles/ emprendimiento	Modelos de negocio que integran principios de sostenibilidad	41	4%
Desperdicio (o pérdida) de alimentos y seguridad alimentaria	Artículos que se centran en el análisis de la seguridad alimentaria, así como del problema del desperdicio de alimentos.	31	3%
Agua	En particular, incluye cuestiones relacionadas con la gestión del agua, la escasez de agua y la calidad del agua.	31	3%
Producción Sostenible	Analizan la inclusión de principios de sostenibilidad (social, ambiental, etc.) en la cadena productiva.	26	3%
Economía circular	Estudios específicos sobre Economía Circular	24	2%
Consumo Sostenible	Artículos centrados en el consumo sostenible (responsable)	18	2%
Igualdad de género	Análisis centrados en la igualdad de género	18	2%
Finanzas Sostenibles	Integración de criterios ASG en la toma de decisiones financieras, tanto desde el punto de vista del inversor como de los proveedores del sistema financiero	18	2%
El turismo sostenible	Prácticas de viaje sostenibles	15	2%
Huellas ecológicas	Análisis considerando variables de la huella ecológica	12	1%
Otros	-	32	3%
TOTAL		981	100%

Fuente : elaboración propia

En el siguiente apartado se analizarán los resultados y conclusiones de las tres categorías principales: Políticas Sostenibles, Evaluación del Desarrollo Sostenible y Educación Sostenible que suponen el 35% de los artículos analizados.

4. Discusión

4.1. Políticas sostenibles

Las investigaciones incluidas en esta categoría examinan el marco regulatorio relacionado con la sostenibilidad mediante el análisis de políticas o estrategias que engloban la implementación de los ODS, así como propuestas para modificar las políticas existentes o diseñar un nuevo marco de políticas.

Al analizar los artículos de esta categoría, se encontró que el 78% de la muestra emplea metodología de investigación cualitativa. A nivel territorial, destacan los análisis que se centran en Europa (Balsalobre-Lorente *et al.*, 2021), y particularmente los que se centran en Italia (Phan *et al.*, 2020), España (Delgado-Baena *et al.*, 2022) y Suecia (Quitzau *et al.*, 2022). En cuanto al ámbito de aplicación, destacan los análisis en ciudades o municipios (Annesi *et al.*, 2021) y el sector primario (Mariani, 2021).

Las políticas y estrategias centradas en los ODS enfatizan el papel crucial de la administración pública en la promoción del desarrollo sostenible y subrayan la importancia de la coherencia de las políticas (Ghosh *et al.*, 2021; Verschaeve *et al.*, 2016). La coherencia de las políticas significa que todos los niveles de gobierno avanzan en la misma dirección. Una estrategia coherente es aquella en la que la implementación de un objetivo mejora (o al menos no socava) el logro de otros objetivos, fomentando sinergias entre las dimensiones económica, social y ambiental del desarrollo sostenible (Coscieme *et al.*, 2021; OCDE, 2015).

Meuleman (2021) identifica cuatro áreas prioritarias en las que los gobiernos deben trabajar: hacer de la administración pública y la gobernanza

un área de política estratégica; garantizar que la administración pública y la gobernanza estén orientadas a la implementación de los ODS; aplicar una metagobernanza culturalmente sensible para lograr sinergias entre los ODS y sus objetivos e iniciar esfuerzos de colaboración para mejorar la coherencia de las políticas.

Respecto a la coherencia de las políticas diseñadas para alcanzar los objetivos sociales y económicos, se pone especial énfasis en la integración de la sostenibilidad ambiental, que son las más complejas (Coscieme *et al.*, 2020, 2021; Gil *et al.*, 2019; Ylönen y Salmivaara, 2021). Algunos artículos investigan las actuales inconsistencias en políticas, como la Estrategia Europea de Bioeconomía o la estrategia de la granja a la mesa y los ODS. Ronzón y Sanjuán (2020) señalaron que la estrategia de bioeconomía está alineada con 12 de los 17 ODS. Sin embargo, para garantizar que la transición cumpla los ODS, es fundamental crear un sistema de seguimiento que evalúe los aspectos ambientales, económicos y sociales de la bioeconomía (O'Brien *et al.*, 2017).

La literatura enfatiza que es imprescindible involucrar no solo a los gobiernos sino también a otras partes interesadas, como los actores de la industria y los ciudadanos (Balsalobre-Lorente *et al.*, 2021; Campillo-Sánchez *et al.*, 2021; Derlukiewicz *et al.*, 2020).

Para lograr un futuro sostenible, se requieren acciones en todos los niveles, incluidos los niveles local, regional, nacional e incluso transnacional (como la UE 27).

Los gobiernos locales, así como otros actores locales, comprenden mejor las necesidades y los desafíos específicos que enfrentan sus comunidades. Por lo tanto, involucrar a los gobiernos locales y fomentar la participación pública es una herramienta esencial que puede ayudar al gobierno a mejorar el diseño de políticas de sostenibilidad y promover el desarrollo sostenible (Annesi et al., 2021; Delgado-Baena et al., 2022; Jasiński y Żabiński, 2022; Krantz y Gustafsson, 2021). Centrándose en el nivel regional, Righettini (2021) evalúa la contribución de la participación al marco de la sostenibilidad en la región

del Véneto (Italia), destacando que la participación pública es una herramienta esencial que puede ayudar al gobierno a mejorar el diseño de políticas de sostenibilidad teniendo en cuenta el conocimiento de las comunidades locales. De manera similar, los resultados en Andalucía (España) se centran en la importancia de tener en cuenta a los gobiernos locales con énfasis en el proceso de comunicación, fomentar el uso de herramientas participativas, el fortalecimiento de redes y la formación y sensibilización (Delgado-Baena et al., 2022).

Considerando el nivel municipal, la integración de los ODS requiere que los municipios comprendan y revisen su organización (por ejemplo, sistemas de gestión, presupuestos y motivación de los empleados) teniendo en cuenta la perspectiva de la sostenibilidad (Krantz y Gustafsson, 2021). También se ha demostrado que la implementación de métodos de gestión de la calidad específicamente para los gobiernos locales como soluciones para integrar aún más el desarrollo sostenible en las prácticas de desarrollo regional (Jasiński y Żabiński, 2022). En este contexto, Quitzau *et al.* (2022) concluye que es clave asegurar un diálogo específico sobre la sostenibilidad y las actividades centrales de cada departamento del municipio, identificando a los profesionales municipales que se ocupan de la coordinación de la sostenibilidad.

Con especial atención al desarrollo rural, se analizó el impacto de un sistema basado en subvenciones en la promoción de la participación, la cocreación y la coproducción por parte de residentes en pequeñas comunidades rurales, demostrando su eficacia en Polonia (Bednarska-Olejniczak *et al.*, 2021). En España, se ha analizado el proceso de transformación de un pequeño municipio rural hacia el desarrollo sostenible, con foco en el empoderamiento comunitario y la creación de redes con expertos e investigadores para ayudar al municipio (Del Arco *et al.*, 2021).

Como conclusión destacada, si bien el desarrollo sostenible a menudo se estudia desde una perspectiva global o nacional, es importante considerar también el papel de los gobiernos regionales y locales en el logro de los ODS.

4.2. Evaluación del Desarrollo Sostenible

La literatura científica centrada en la evaluación del desarrollo sostenible revela diversos enfoques para medir el desarrollo sostenible a nivel local, regional y nacional, e incluso transnacional (por ejemplo, la Unión Europea), así como los indicadores y metodologías utilizados.

Más del 72% de los estudios de esta categoría utilizan metodologías de investigación cuantitativa y los análisis se centran principalmente en la Unión Europea, España, Italia y Alemania.

En cuanto al ámbito de aplicación, destacan los estudios en ciudades y en el sector primario. Los ODS más comúnmente analizados son el ODS 8, el ODS 9, el ODS 15, el ODS 13 y el ODS 11, que indican la priorización del crecimiento económico sostenible, las ciudades sostenibles, la producción y el consumo responsable, la innovación y la reducción de los impactos ambientales.

Se han empleado diferentes tipos de indicadores para evaluar el progreso de los ODS en la UE y sus Estados miembros individuales. Por ejemplo, D'Adamo *et al.* (2022) emplearon datos de Eurostat para medir 35 indicadores para analizar los ODS económicos en 27 países europeos, subrayando la importancia de los países del norte y del oeste, en particular Suecia, Dinamarca y Austria.

Rocchi *et al.* (2022) propusieron un índice compuesto de logro de los ODS (SDG-AI), basado en 32 criterios dentro de 6 dimensiones: salud, educación, servicios, empleo, igualdad y medio ambiente. Este índice se utilizó para evaluar el progreso realizado por los países de la Unión Europea en el logro de los ODS, revelando que los países nórdicos han logrado los resultados más favorables, mientras que los países bálticos y los de los países del ex bloque del Este han logrado los resultados menos favorables.

Guijarro y Poyatos (2018) desarrollaron otro tipo de índice compuesto con el objetivo principal de resumir el progreso global en el logro de los ODS, considerando posibles conflictos y compensaciones entre los ODS individuales. El índice se aplicó para el análisis de la UE, mostrando que Austria y Luxemburgo tienen el mejor desempeño y del otro lado están Grecia y Rumania.

De manera similar, Turturean *et al.* (2019) construyeron un índice compuesto que incorporó más de 140 indicadores de desarrollo sostenible. Este índice fue empleado para clasificar y comparar los países de la UE, evaluando el nivel de implementación del desarrollo económico sostenible en sus economías nacionales. Los resultados revelaron que Luxemburgo, Suecia y Dinamarca eran los países líderes en desarrollo económico sostenible, mientras que Malta, Eslovaquia y la República Checa se posicionaban en el polo opuesto.

La necesidad de incorporar las peculiaridades de las islas promueve el desarrollo del Índice de Desarrollo Sostenible de las Islas (IISD), integrando dimensiones ambientales, sociales, económicas y de innovación para el análisis específico de Cerdeña, Malta, Córcega, Sicilia, Creta, Chipre (Garau *et al.*, 2022).

También se han empleado indicadores para centrarse en ODS concretos. Por ejemplo, proponer un conjunto revisado de indicadores relacionados con la seguridad alimentaria y la sostenibilidad agrícola para monitorear los análisis del ODS 2 (Gil *et al.*, 2019) o sugerir indicadores compuestos para analizar el ODS 14 en los estados costeros de la Unión Europea para comparar y evaluar la influencia de las políticas marinas (Rickels *et al.*, 2016, 2019).

El ODS 11 ha sido analizado utilizando indicadores de desarrollo urbano que se han aplicado en muchas ciudades (Simon *et al.*, 2016) y países, como Italia (Abastante *et al.*, 2021) y Alemania (Koch y Krellenberg, 2018). Estos estudios subrayan la importancia de los protocolos de sostenibilidad para facilitar el logro del ODS 11, junto con la necesidad de datos más detallados tanto a nivel local como nacional.

En el ODS 9, los cambios tecnológicos y la innovación son fundamentales. En consecuencia, Nhamo *et al.* (2020) desarrollado un índice compuesto que utiliza indicadores de tecnología de la información y la comunicación para medir la preparación de los países para implementar la Industria 4.0 y el ODS 9.

Utilizar el PIB per cápita como indicador para el ODS 8 puede impedir el progreso hacia el logro de los objetivos ambientales y de reducción de la desigualdad. Para superar esto, Coscieme *et al.* (2020) han recomendado directrices para seleccionar indicadores alternativos que puedan mejorar la coherencia entre todos los ODS y otras políticas de sostenibilidad.

En términos de análisis territorial, destacan los estudios sobre Italia. Los análisis se han realizado utilizando indicadores a nivel nacional y regional. D'Adamo *et al.* (2021) emplearon una puntuación sostenible para cada región basada en un conjunto de 175 indicadores que cubren los 17 ODS en las tres dimensiones de la sostenibilidad económica, social y ambiental. Los resultados demuestran el desempeño positivo de las regiones del norte en general, mientras que las regiones del sur sobresalen en términos de desempeño ambiental. Richiedei y Pezzagno (2022) examinaron específicamente la implementación de los ODS en regiones de Italia, enfatizando la importancia de contar con datos y métricas regionales para evaluar el progreso hacia la Agenda 2030.

Otros ejemplos incluyen análisis del estado de implementación de los ODS en países como Bulgaria, Polonia y España. Utilizando indicadores de Eurostat, Ionescu *et al.* (2021) midieron el progreso de Bulgaria hacia el logro de los objetivos para 2030, indicando que es necesario prestar más atención a ciertos objetivos, como el ODS 2, el ODS 4, el ODS 5, el ODS 7 y el ODS 10. Boto-Álvarez y García-Fernández (2020) utilizaron los mismos indicadores para analizar España, mostrando la necesidad de adoptar medidas regulatorias y políticas públicas urgentes para cumplir con su compromiso con la Agenda 2030. El estudio enfatiza la necesidad de prestar especial atención al impacto ambiental de las actividades agrícolas, la calidad

de la educación, la igualdad de género en altos cargos de las empresas, la autoproducción y consumo de energías renovables en los hogares, la inversión en I+D y la promoción del empleo. En cuanto a Polonia, Raszkowski y Bartniczak (2019) informan que el estado de implementación de los ODS entre 2010 y 2016 sigue en el camino correcto hacia el desarrollo sostenible. Sin embargo, se han identificado debilidades en áreas como la salud, menores ingresos (especialmente para las mujeres y en las regiones rurales), baja proporción de energía renovable, mercado limitado para productos innovadores, bajo gasto gubernamental e insuficiente inversión en I+D en agricultura, y baja tasas de educación de adultos.

Además del uso de indicadores para medir el avance de los ODS, se emplean diferentes metodologías para el mismo propósito. El análisis de decisión multicriterio se ha aplicado para evaluar la sostenibilidad de los miembros europeos en relación con los ODS. Los hallazgos revelaron que Suecia es el que mejor ha implementado los ODS, mientras que Rumania ocupó el último lugar (Stanujkic *et al.*, 2020). Del mismo modo, un análisis de los años 2007, 2012 y 2017 mostró el buen desempeño de los países nórdicos, mientras que los países del este, en particular, Rumania, Bulgaria y Grecia demostraron niveles más bajos de sostenibilidad (Ricciolini *et al.*, 2022). Resce y Schiltz (2021) propusieron un enfoque novedoso utilizando el Análisis de Aceptabilidad Multicriterio Estocástico Jerárquico (HSMAA) que permite clasificar a los países según su desempeño considerando los ODS. Como resultado, se encontró que Dinamarca tenía un desempeño más alto que otros países europeos, mientras que Rumania y Bulgaria mostraron niveles más bajos.

Además, se ha aplicado modelización econométrica para el análisis de la relación entre la implementación de los ODS y el impacto ambiental en la Unión Europea. Los hallazgos demostraron que algunos ODS podrían facilitar o influir en el logro de políticas ambientales y deberían considerarse para promover objetivos ambientales (Kluza *et al.*, 2021). Los objetivos ambientales suelen ser los más complejos de analizar y alinear con otros objetivos de políticas (Coscieme *et al.*, 2021).

En conclusión, si bien no existe un método universalmente aceptado para medir la implementación de los ODS, se emplean diferentes indicadores y metodologías para adaptarse a cada caso. Es fundamental considerar las particularidades de cada caso sin descuidar la importancia de utilizar datos que permitan ampliar el análisis y promover comparaciones en situaciones similares. La implementación de los ODS en los países europeos ha demostrado que los mejores resultados los obtienen los países nórdicos y occidentales, en particular, Suecia, Dinamarca, Austria y Luxemburgo, mientras que los resultados menos favorables se observan en los países del Este, como Grecia, Rumania y Bulgaria.

4.3. Educación Sostenible

La UNESCO (2022) afirma que la educación desempeña un papel crucial en la promoción del desarrollo sostenible al proporcionar los conocimientos, habilidades, valores y actitudes necesarios para abordar las dimensiones ambiental, social y económica de la sostenibilidad. Por lo tanto, es crucial reorientar los sistemas educativos hacia los compromisos de los ODS para desarrollar una mejor comprensión y conciencia pública. (Glavič, 2020).

La mayor parte de las publicaciones sobre educación sostenible corresponden a estudios realizados en España (38%) (principalmente en universidades) y le siguen ya Italia (23%) y Alemania (19%), acaparando el 80% del total de publicaciones en esta categoría.

Algunos estudios destacan la importancia de incorporar los principios de desarrollo sostenible en las políticas y prácticas educativas, desde las escuelas primarias hasta la educación superior (Landrum, 2021; Zwolińska *et al.*, 2022). Sin embargo, existe una gran mayoría de trabajos que han analizado cómo las Instituciones de Educación Superior (IES) integran el concepto de desarrollo sostenible y los ODS en sus programas educativos (Argento *et al.*, 2020; Blasco *et al.*, 2021; Chaleta *et al.* 2021; Crespo *et al.*, 2017; Kolb *et al.*, 2017; Espallargas y Morón-Monge, 2020). Las IES, especialmente las

universidades, son un marco guía para la sociedad y asumen un papel esencial en la creación y difusión del conocimiento (Aleixo *et al.*, 2021; Chaleta *et al.*, 2021; Janssens *et al.*, 2022; Zwolińska *et al.*, 2022). Sin embargo, aún no se ha desarrollado un programa educativo común que defina claramente el concepto de desarrollo sostenible, por lo que una política universitaria conjunta es esencial para fomentar estrategias creativas para los desafíos futuros (Risopoulos -Pichler *et al.*, 2020).

Kolb *et al.* (2017) se centran en cómo una escuela de negocios privada está implementando la sostenibilidad en su plan de estudios de gestión y sus actividades educativas y concluyen que mejorar la calidad de la educación tiene un impacto positivo en otros ODS, como el ODS 8, el ODS 9, el ODS 12 y ODS 17. Blasco *et al.* (2021) añaden que el ODS 1, ODS 2, ODS 6 y ODS 4 son las estrategias más difíciles de alcanzar o incluso implementar en las universidades.

En este sentido, un enfoque holístico que alinee los ODS y la educación es crucial para preparar a los futuros líderes para abordar los desafíos del desarrollo sostenible, lo que implica un cambio social y cultural (Blasco *et al.*, 2021; Cebrián *et al.*, 2019).

Por otro lado, hay evidencia que sugiere que el género y la disciplina que estudian los estudiantes pueden afectar la adopción de los ODS (Aleixo et al., 2021; Benavent et al., 2020). Aleixo et al. (2021) detectan que las mujeres son más sensibles a los problemas del desarrollo sostenible y tienden a adoptar más comportamientos ambientalmente responsables que los hombres. Además, afirman que los estudiantes de ingeniería son los menos conscientes de los ODS y no están dispuestos a aceptar un salario más bajo para promover el cambio social y ambiental. En este sentido, Crespo et al. (2017) consideran que los contenidos de Desarrollo Sostenible deben integrarse en los planes de estudio de las diferentes carreras de ingeniería con el fin de brindar a los estudiantes herramientas para enfrentar entornos inciertos.

Otro aspecto de la literatura académica se centra en identificar la metodología más eficaz para integrar el desarrollo sostenible en la educación. Es necesario promover la enseñanza participativa, ya que cuanto más participativo sea el método, mayor será la concentración del estudiante y más fácilmente adquirirá habilidades (Glavič, 2020; Solís-Espallargas y Morón-Monge, 2020). En este sentido, las competencias se consideran uno de los pilares del aprendizaje transformador (Dlouhá y Pospíšilová, 2018; Gil-Doménech *et al.*, 2021; Glavič, 2020; Marujo y Casais, 2021; Mróz y Ocetkiewicz, 2021; Neset *et al.*, 2020; Perkins *et al.*, 2018; Risopoulos-Pichler *et al.*, 2020).

Para afrontar los complejos desafíos del futuro, es importante incorporar el pensamiento creativo en la educación y preparar a los estudiantes para generar soluciones innovadoras (Mróz y Ocetkiewicz, 2021). Una de las metodologías estudiadas es el uso de juegos en el aula con el fin de incrementar el nivel de conocimiento y la importancia que los estudiantes dan a los ODS. Perkins et al. (2018) consideran que el uso de juegos de simulación, donde se abordan temas de cambio climático, puede ser una herramienta eficiente para permitir a los estudiantes adquirir habilidades, conocimientos y actitudes específicas y más complejas. Sin embargo, Saitua-Iribar et al. (2020) concluyen que el uso de este tipo de juegos aumenta el grado de conocimiento en temas de sostenibilidad, sin embargo, no influye en el grado de importancia que le otorgan los estudiantes. En este contexto, Neset et al. (2020) sugieren que, si bien el juego involucra exitosamente a los estudiantes en la reflexión sobre los desafíos asociados con la toma de decisiones de adaptación climática, también revela que la complejidad de esta metodología puede dificultar la comprensión de las consecuencias de las medidas individuales, especialmente en relación con la variabilidad de los fenómenos climáticos extremos. Por ello, estos autores cuestionan la efectividad de estos juegos, ya que pueden mejorar la comprensión de temas complejos, pero es necesario un equilibrio entre dificultad y claridad pedagógica para garantizar un aprendizaje efectivo.

Es fundamental que las universidades tengan en cuenta la formación docente relacionada con el desarrollo sostenible para adaptar los programas y las metodologías utilizadas (Argento *et al.*, 2020; Chaleta *et al.*, 2021; Expósito y Sánchez, 2020; Lazarov y Semenescu, 2022; Rodríguez-Abitia *et al.*, 2020; Saitua-Iribar *et al.*, 2020).

Chaleta *et al.* (2021) concluyen que los docentes necesitan integrar los ODS en su currículum, ya que su presencia es algo limitada, a pesar de ser una línea estratégica de la UE. En esta línea, Expósito y Sánchez (2020) demuestran la efectividad de formar docentes para integrar los ODS en su currículo. Los autores utilizaron metodologías de enseñanza innovadoras, como la cocreación y el aprendizaje transformador para involucrar a los docentes en la reorientación de su plan de estudios hacia la sostenibilidad, destacando la importancia de la colaboración interdisciplinaria.

Gil-Doménech *et al.* (2021) recomiendan el uso de talleres educativos, dirigidos a docentes para que comprendan cómo introducir la sostenibilidad en sus materias y qué actividades pueden realizar para trabajar las competencias en sostenibilidad. Estos autores proponen un mapa de competencias de sostenibilidad, que describe las competencias clave que los estudiantes deben adquirir para comprender y abordar los problemas de sostenibilidad en un contexto empresarial. Además, Mróz y Ocetkiewicz (2021) consideran que los docentes deben fomentar la creatividad mediante el uso de proyectos, ya que la creatividad es una competencia clave para lograr la sostenibilidad.

Algunos estudios han evaluado el nivel de sostenibilidad en el currículo de las universidades (Momete y Momete, 2021; Schiavon *et al.*, 2021; Szymańska y Zalewska, 2021). Los países que muestran un mayor desempeño en términos de EDS (educación para el desarrollo sostenible) fueron los países del norte de Europa (Suecia, Países Bajos, Irlanda, Estonia y Dinamarca). Por el contrario, Bulgaria y Rumania fueron los países con peor desempeño (Momete y Momete, 2021).

Finalmente, Lazarov y Semenescu (2022) añaden que falta financiación y políticas gubernamentales que apoyen el sistema educativo. Esto pone de relieve las barreras para las universidades, provocando desequilibrios en la cali-

dad de la educación en términos de sostenibilidad. En este sentido, Szymańska & Zalewska (2021) destacan la necesidad de crear un marco político unificado en la UE, lo que implica un esfuerzo adicional por parte de los gobiernos en las políticas educativas. Esta línea está respaldada por otros estudios como Momete & Momete (2021) y Seikkula -Leino *et al.* (2021). Por el contrario, Blasco *et al.* (2021) muestran los recursos económicos no son tan relevantes para la contribución a los ODS, por lo que las universidades pueden implementar compromisos en esta línea independientemente de la disponibilidad económica. Estos autores concluyen que las universidades con mayor presencia en Internet, mayor nivel de internacionalización y mayor nivel de transferencia, tienen un impacto positivo en la consecución de los ODS.

En conclusión, la educación para la sostenibilidad es un concepto fundamental y transversal a todos los ODS. Existe consenso en que integrar la educación para la sostenibilidad en todos los niveles educativos es crucial, ya que demuestra ser la forma más eficaz de crear conciencia entre las generaciones futuras, un elemento vital para lograr el desarrollo sostenible.

5. Conclusiones

Este estudio proporciona información valiosa sobre la dirección de la investigación científica que analiza el impacto de los ODS. Siguiendo criterios de búsqueda sistematizados, se han analizado un total de 981 artículos. Dentro de la Unión Europea destacan los estudios aplicados en España, Italia, Alemania, Suecia y Polonia.

Como destacan Ricciolini *et al.* (2022), ciertos países logran clasificaciones favorables en términos de sostenibilidad global debido a su impacto económico y social positivo. Sin embargo, están prestando menos atención al aspecto medioambiental. Los objetivos ambientales suelen ser los más complejos de analizar y alinear con otras metas de políticas y, por lo tanto, generalmente se obvian (Coscieme *et al.*, 2021). El desarrollo de los ODS dentro de la UE requiere un amplio apoyo público, abordar las desigualda-

des dentro de los países y promover la educación y las habilidades para el desarrollo sostenible.

Considerando los ODS más analizados, se observa que existe una tendencia hacia la búsqueda de un crecimiento económico sostenible, centrándose en ciudades sostenibles, considerando la producción y el consumo responsable, y la innovación, con el objetivo de reducir los impactos sobre el medio ambiente y promover una educación de calidad. Destaca el ODS 4 (educación de calidad), el ODS 8 (trabajo económico y decente), el ODS 9 (industria, innovación e infraestructura), el ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles), el ODS 12 (Producción y consumo responsables), el ODS 13 (Acción por el Clima) y ODS 15 (Vida de ecosistemas terrestres).

Es preocupante que el ODS 1 (fin de la pobreza) y el ODS 5 (igualdad de género) reciban menos atención. No hay duda de que acabar con la pobreza debe ser una prioridad de cualquier desarrollo sostenible por el principio de igualdad y para prevenir conflictos y movimientos migratorios masivos que conduzcan a desequilibrios territoriales. Similarmente, la igualdad de género, que parece ser un elemento transversal en las políticas, no recibe la misma atención cuando se habla de los ODS. Otro ODS al que se le debe dar mayor importancia es el ODS 17 (alianzas para lograr los objetivos), ya que estas alianzas son esenciales en un mundo globalizado. Ninguna región, ni siquiera la UE por sí sola, alcanzará los ODS sin formar parte de una política global. Además, los países en desarrollo necesitan la colaboración y asistencia de los países desarrollados ya que, en muchas ocasiones, implementar políticas para alcanzar los ODS implica costos e incluso puede actuar como un obstáculo para el crecimiento.

Las iniciativas políticas deberían conducir a Europa en todos sus sectores hacia esta transición, y se debe brindar apoyo a aquellas áreas que actualmente son las más desfavorecidas. Sin embargo, al centrarse en ODS específicos, se debe tener en cuenta la coherencia política, garantizando que no afecte negativamente el logro de otros objetivos.

La muestra de artículos obtenidos en esta revisión se clasificó en 20 categorías según su objetivo principal, y se analizaron las correspondientes a las tres categorías principales: Políticas Sostenibles, Evaluación del Desarrollo Sostenible y Educación Sostenible. Aunque estas categorías se analizaron de forma independiente, existe una clara conexión entre ellas. Para impulsar políticas sostenibles es imprescindible contar con medidas que nos informen de sus avances, y esto no se puede conseguir sin garantizar que la preocupación por el desarrollo sostenible esté presente en el sistema educativo.

En cuanto a las políticas sostenibles, se hace hincapié en la necesidad de políticas integradas, centrándose en la importancia de la coherencia de las políticas. En este sentido, el análisis de la medición de los ODS enfatiza la importancia de considerar políticas enfocadas en las tres dimensiones de la sostenibilidad: económica, social y ambiental. Esto implica la necesidad de centrarse en políticas integradas, sugiriendo, por ejemplo, protocolos a seguir para facilitar esta integración sin comprometer la coherencia de las políticas.

La evaluación del desarrollo sostenible suele investigarse desde una perspectiva global o nacional, pero muchos estudios enfatizan el papel de las comunidades regionales y locales. La consecución de los ODS es una responsabilidad compartida por todos los niveles de gobierno: central, regional y local. Por lo tanto, la literatura destaca la importancia de ajustar y "traducir" los ODS del contexto nacional a las particularidades a nivel regional y local. A nivel local, existen muchas barreras, incluidas limitaciones en los datos y métricas, que impiden realizar análisis precisos y comparaciones necesarias para el desarrollo de políticas efectivas (Lyytimäki et al., 2020). La disponibilidad de datos y métricas regionales se vuelve crucial para evaluar el progreso hacia la Agenda 2030, considerando que los indicadores utilizados pueden diferir de los empleados a nivel nacional. Esto subraya la necesidad de realizar ajustes no sólo en los objetivos de las estrategias políticas, sino también en los indicadores y métodos de seguimiento. Promover la uniformidad en los datos y los indicadores facilita las comparaciones entre países o regiones. En este contexto, los organismos internacionales deben adoptar iniciativas para desarrollar indicadores que permitan un seguimiento adecuado de los ODS.

Los riesgos relacionados con el uso excesivo, el no uso y el mal uso de datos e indicadores pueden mitigarse si se tiene en cuenta un proceso de comunicación capaz de identificar las necesidades de los posibles usuarios de los indicadores y el propósito de su uso. Una vez identificadas estas necesidades y propósitos, se debe hacer énfasis en fomentar la creación de indicadores integrales, confiables y fáciles de usar, y los usuarios deben ser conscientes de sus características y limitaciones (Lyytimäki *et al.*, 2020). Además, existe una tendencia a priorizar el desarrollo económico y ambiental sobre las desigualdades sociales, planteando interrogantes sobre la viabilidad de alcanzar el desarrollo sostenible propugnado por los ODS.

La educación para la sostenibilidad es un concepto fundamental y transversal a los ODS. Existe consenso en que integrar la educación sobre sostenibilidad en todos los niveles educativos es crucial, ya que demuestra ser la forma más eficaz de crear conciencia entre las generaciones futuras, un elemento vital para lograr el desarrollo sostenible. Lograr los ODS sería inalcanzable sin una educación adecuada sobre sostenibilidad que conduzca a una mayor conciencia. En consecuencia, es imperativo formar educadores e incorporar estos conceptos en todos los planes de estudio. Sin embargo, esta inclusión no debe ser una mera justificación sino más bien un elemento intrínseco entretejido en todos los temas.

Un área clave para futuras investigaciones es el desarrollo profesional de los docentes en el campo de la sostenibilidad. Esto abarca mejorar sus conocimientos, habilidades y metodologías de enseñanza relacionadas con la sostenibilidad. Es necesario diseñar y revisar planes de estudio y programas para incorporar la sostenibilidad o el concepto de desarrollo sostenible de manera más efectiva e impactante utilizando métodos innovadores.

La literatura académica destaca la necesidad de investigar métodos eficaces para evaluar y medir los resultados del aprendizaje de la educación sostenible. Esto implica desarrollar nuevas métricas y herramientas para evaluar el impacto de la integración de la sostenibilidad en las IES.

Referencias

- Abastante, F., Lami, I.M. and Gaballo, M. (2021). Pursuing the SDG11 targets: The role of the sustainability protocols. *Sustainability (Switzerland)*. Vol. 13 No. 7. doi: 10.3390/su13073858.
- Aleixo, A.M., Leal, S. and Azeiteiro, U.M. (2021). Higher education students' perceptions of sustainable development in Portugal. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 327:129429. doi: 10.1016/j.jclepro.2021.129429.
- Annesi, N., Battaglia, M., Gragnani, P. and Iraldo, F. (2021). Integrating the 2030 Agenda at the municipal level: Multilevel pressures and institutional shift. *Land Use Policy*, Elsevier Vol. 105 No. July 2020, p. 105424. doi: 10.1016/j.landusepol.2021.105424.
- Argento, D., Einarson, D., Mårtensson, L., Persson, C., Wendin, K. and Westergren, A. (2020). Integrating sustainability in higher education: a Swedish case. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol. 21 No. 6, pp. 1131–1150. doi: 10.1108/IJSHE-10-2019-0292.
- Balsalobre-Lorente, D., Sinha, A., Driha, O.M. and Mubarik, M.S. (2021). Assessing the impacts of ageing and natural resource extraction on carbon emissions: A proposed policy framework for European economies. *Journal of Cleaner Production*, Elsevier, Vol. 296, p. 126470. doi: 10.1016/j.jcle-pro.2021.126470.
- Bednarska-Olejniczak, D., Olejniczak, J. and Klímová, V. (2021). Grants for local community initiatives as a way to increase public participation of inhabitants of rural areas. *Agriculture (Switzerland)*. Vol. 11 No. 11, pp. 1–21. doi: 10.3390/agriculture11111060.
- Benavent, X., de Ves, E., Forte, A., Botella-Mascarell, C., López-Iñesta, E., Rueda, S., Roger, S., *et al.* (2020). Girls4STEM: Gender Diversity in STEM for a Sustainable Future. *Sustainability*, Vol. 12 No. 15, p. 6051. doi: 10.3390/su12156051.

- Biggeri, M., Clark, D.A., Ferrannini, A. and Mauro, V. (2019). Tracking the SDGs in an 'integrated' manner: A proposal for a new index to capture synergies and trade-offs between and within goals. *World Development*, Elsevier Ltd, Vol. 122, pp. 628–647. doi: 10.1016/j.worlddev.2019.05.022.
- Blasco, N., Brusca, I. and Labrador, M. (2021). Drivers for Universities' Contribution to the Sustainable Development Goals: An Analysis of Spanish Public Universities. *Sustainability*, Vol. 13 No. 1, p. 89. doi: 10.3390/su13010089.
- Boto-Álvarez, A. and García-Fernández, R. (2020). Implementation of the 2030 agenda sustainable development goals in Spain. *Sustainability (Switzerland)*, Vol. 12 No. 6, pp. 1–31. doi: 10.3390/su12062546.
- Campillo-Sánchez, J., Segarra-Vicens, E., Morales-Baños, V. and Díaz-Suárez, A. (2021). Sport and sustainable development goals in Spain. Sustainability (Switzerland), Vol. 13 No. 6, pp. 1–17. doi: 10.3390/su13063505.
- Cebrián, G., Pascual, D. and Moraleda, Á. (2019). Perception of sustainability competencies amongst Spanish pre-service secondary school teachers. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol. 20 No. 7, pp. 1171–1190. doi: 10.1108/IJSHE-10-2018-0168.
- Chaleta, E., Saraiva, M., Leal, F., Fialho, I. and Borralho, A. (2021). Higher Education and Sustainable Development Goals (SDG)—Potential Contribution of the Undergraduate Courses of the School of Social Sciences of the University of Évora. *Sustainability*, Vol. 13 No. 4, p. 1828. doi: 10.3390/su13041828.
- Coscieme, L., Mortensen, L.F., Anderson, S., Ward, J., Donohue, I. and Sutton, P.C. (2020). Going beyond Gross Domestic Product as an indicator to bring coherence to the Sustainable Development Goals. *Journal of Cleaner Production*, Elsevier Ltd, Vol. 248, p. 119232. doi: 10.1016/j.jcle-pro.2019.119232.
- Coscieme, L., Mortensen, L.F. and Donohue, I. (2021). Enhance environmental policy coherence to meet the Sustainable Development Goals. *Journal*

- of Cleaner Production, Elsevier Ltd, Vol. 296, p. 126502. doi: 10.1016/j. jclepro.2021.126502.
- Crespo, B., Míguez-Álvarez, C., Arce, M.E., Cuevas, M. and Míguez, J.L. (2017). The Sustainable Development Goals: An Experience on Higher Education. *Sustainability*, Vol. 9 No. 8, p. 1353. doi: 10.3390/su9081353.
- D'Adamo, I., Gastaldi, M., Imbriani, C. and Morone, P. (2021). Assessing regional performance for the Sustainable Development Goals in Italy. *Scientific Reports*, Nature Publishing Group UK, Vol. 11 No. 1, pp. 1–11. doi: 10.1038/s41598-021-03635-8.
- D'Adamo, I., Gastaldi, M. and Morone, P. (2022). Economic sustainable development goals: Assessments and perspectives in Europe. *Journal of Cleaner Production*, Elsevier Ltd, Vol. 354 No. September 2021, p. 131730. doi: 10.1016/j.jclepro.2022.131730.
- Del Arco, I., Ramos-Pla, A., Zsembinszki, G., Gracia, A. de and Cabeza, L.F. (2021). Implementing sdgs to a sustainable rural village development from community empowerment: Linking energy, education, innovation, and research. *Sustainability (Switzerland)*, Vol. 13 No. 23. doi: 10.3390/su132312946.
- Delgado-Baena, J., García-Serrano, J. de D., Toro-Peña, O. and Vela-Jiménez, R. (2022). The Influence of the Organizational Culture of Andalusian Local Governments on the Localization of Sustainable Development Goals. *Land*, Vol. 11 No. 2. doi: 10.3390/land11020214.
- Derlukiewicz, N., Mempel-Śniezyk, A., Mankowska, D., Dyjakon, A., Minta, S. and Pilawka, T. (2020). How do clusters foster sustainable development? An analysis of EU policies. *Sustainability (Switzerland)*, Vol. 12 No. 4. doi: 10.3390/su12041297.
- Dlouhá, J. and Pospíšilová, M. (2018). Education for Sustainable Development Goals in public debate: The importance of participatory research in reflecting and supporting the consultation process in developing a vision for Czech education. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 172, pp. 4314–4327. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.06.145.

- European Commission. (2017). European Consensus on Development, Vol. 2017.
- European Commission. (2019). Reflection Paper Towards A Sustainable Europe By 2030.
- Expósito, L.M.C. and Sánchez, J.G. (2020). Implementation of SDGs in university teaching: A course for professional development of teachers in education for sustainability for a transformative action. *Sustainability (Switzerland)*, Vol. 12 No. 19. doi: 10.3390/su12198267.
- Garau, C., Desogus, G. and Stratigea, A. (2022). Monitoring Sustainability Performance of Insular Territories Against SDGs: The Mediterranean Case Study Region. *Journal of Urban Planning and Development*, Vol. 148 No. 1, pp. 1–17. doi: 10.1061/(asce)up.1943-5444.0000809.
- Ghosh, B., Kivimaa, P., Ramirez, M., Schot, J. and Torrens, J. (2021). Transformative outcomes: Assessing and reorienting experimentation with transformative innovation policy. *Science and Public Policy*, Vol. 48 No. 5, pp. 739–756. doi: 10.1093/scipol/scab045.
- Gil-Doménech, D., Magomedova, N., Sánchez-Alcázar, E.J. and Lafuente-Lechuga, M. (2021). Integrating Sustainability in the Business Administration and Management Curriculum: A Sustainability Competencies Map. *Sustainability*, Vol. 13 No. 16, p. 9458. doi: 10.3390/su13169458.
- Gil, J.D.B., Reidsma, P., Giller, K., Todman, L., Whitmore, A. and van Ittersum, M. (2019). Sustainable development goal 2: Improved targets and indicators for agriculture and food security. *Ambio*, Springer Netherlands, Vol. 48 No. 7, pp. 685–698. doi: 10.1007/s13280-018-1101-4.
- Glavič, P. (2020). Identifying key issues of education for sustainable development. *Sustainability (Switzerland)*, Vol. 12 No. 16. doi: 10.3390/su12166500.
- Guijarro, F. and Poyatos, J.A. (2018). Designing a sustainable development goal index through a goal programming model: The case of EU-

- 28 countries. *Sustainability (Switzerland)*, Vol. 10 No. 9, pp. 1–17. doi: 10.3390/su10093167.
- Ionescu, G.H., Jianu, E., Patrichi, I.C., Ghiocel, F., Țenea, L. and Iancu, D. (2021). Assessment of sustainable development goals (SDG) implementation in Bulgaria and future developments. *Sustainability (Switzerland)*, Vol. 13 No. 21. doi: 10.3390/su132112000.
- Janssens, L., Kuppens, T., Mulà, I., Staniskiene, E. and Zimmermann, A.B. (2022). Do European quality assurance frameworks support integration of transformative learning for sustainable development in higher education?. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol. 23 No. 8, pp. 148–173. doi: 10.1108/IJSHE-07-2021-0273.
- Jasiński, J. and Żabiński, M. (2022). Quality Management and Sustainable Development in Local Communes – Evidence from Poland. *Public Organization Review*, Springer US, Vol. 22 No. 3, pp. 763–782. doi: 10.1007/s11115-021-00533-5.
- Kluza, K., Zioło, M., Bak, I. and Spoz, A. (2021). Achieving environmental policy objectives through the implementation of sustainable development goals. The case for european union countries. *Energies*, Vol. 14 No. 8. doi: 10.3390/en14082129.
- Koch, F. and Krellenberg, K. (2018). How to contextualize SDG 11? Looking at indicators for sustainable urban development in Germany. *ISPRS Interna*tional Journal of Geo-Information, Vol. 7 No. 12. doi: 10.3390/ijgi7120464.
- Kolb, M., Fröhlich, L. and Schmidpeter, R. (2017). Implementing sustainability as the new normal: Responsible management education From a private business school's perspective. *International Journal of Management Education*, Vol. 15 No. 2, pp. 280–292. doi: 10.1016/j.ijme.2017.03.009.
- Krantz, V. and Gustafsson, S. (2021). Localizing the sustainable development goals through an integrated approach in municipalities: early experiences from a Swedish forerunner. *Journal of Environmental Planning and Management*, Routledge, Vol. 64 No. 14, pp. 2641–2660. doi: 10.1080/09640568.2021.1877642.

- Lafortune, G., Fuller, G., Bermont Diaz, L., Kloke-Lesch, A., Koundouri, P. and Riccaboni, A. (2022). *Achieving the SDGs: Europe's Compass in a Multipolar World. Europe Sustainable Development Report* 2022, Paris.
- Landrum, N.E. (2021). The Global Goals: bringing education for sustainable development into US business schools. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol. 22 No. 6, pp. 1336–1350. doi: 10.1108/ IJSHE-10-2020-0395.
- Lazarov, A.S. and Semenescu, A. (2022). Education for Sustainable Development (ESD) in Romanian Higher Education Institutions (HEIs) within the SDGs Framework. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 19 No. 4, p. 1998. doi: 10.3390/ijerph19041998.
- von der Leyen, U. (2019). A Union That Strives for More. Political Guidelines for the next European Commission 2019-2024. doi: 10.2775/018127.
- Lyytimäki, J., Salo, H., Lepenies, R., Büttner, L. and Mustajoki, J. (2020). Risks of producing and using indicators of sustainable development goals. *Sustainable Development*, Vol. 28 No. 6, pp. 1528–1538. doi: 10.1002/sd.2102.
- Mariani, S. (2021). Law-driven innovation in cereal varieties: The role of plant variety protection and seed marketing legislation in the european union. *Sustainability (Switzerland)*, Vol. 13 No. 14. doi: 10.3390/su13148049.
- Marujo, H.Á. and Casais, M. (2021). Educating for Public Happiness and Global Peace: Contributions from a Portuguese UNESCO Chair towards the Sustainable Development Goals. *Sustainability*, Vol. 13 No. 16, p. 9418. doi: 10.3390/su13169418.
- Meuleman, L. (2021). Public administration and governance for the sdgs: Navigating between change and stability. *Sustainability (Switzerland)*, Vol. 13 No. 11. doi: 10.3390/su13115914.
- Momete, D.C. and Momete, M.M. (2021). Map and Track the Performance in Education for Sustainable Development across the European Union. *Sustainability*, Vol. 13 No. 23, p. 13185. doi: 10.3390/su132313185.

- Mróz, A. and Ocetkiewicz, I. (2021). Creativity for Sustainability: How Do Polish Teachers Develop Students' Creativity Competence? Analysis of Research Results. *Sustainability*, Vol. 13 No. 2, p. 571. doi: 10.3390/ su13020571.
- Neset, T.S., Andersson, L., Uhrqvist, O. and Navarra, C. (2020). Serious gaming for climate adaptation—assessing the potential and challenges of a digital serious game for urban climate adaptation. *Sustainability (Switzerland)*, Vol. 12 No. 5, pp. 1–18. doi: 10.3390/su12051789.
- Nhamo, G., Nhemachena, C. and Nhamo, S. (2020). Using ICT indicators to measure readiness of countries to implement Industry 4.0 and the SDGs. *Environmental Economics and Policy Studies*, Vol. 22 No. 2, pp. 315–337. doi: 10.1007/s10018-019-00259-1.
- O'Brien, M., Wechsler, D., Bringezu, S. and Schaldach, R. (2017). Toward a systemic monitoring of the European bioeconomy: Gaps, needs and the integration of sustainability indicators and targets for global land use. *Land Use Policy*, Vol. 66 No. April, pp. 162–171. doi: 10.1016/j.landuse-pol.2017.04.047.
- OECD. (2015). Better Policies for Development 2015: Policy Coherence and Green Growth, OECD. doi: 10.1787/9789264236813-en.
- Oppi, C., Cavicchi, C. and Vagnoni, E. (2021). The Journey to Gender-Responsive Budgeting: Lessons Learned from Higher Education. *Sustainability*, Vol. 13 No. 4, p. 2019. doi: 10.3390/su13042019.
- Perkins, K.M., Munguia, N., Moure-Eraso, R., Delakowitz, B., Giannetti, B.F., Liu, G., Nurunnabi, M., *et al.* (2018). International perspectives on the pedagogy of climate change. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 200, pp. 1043–1052. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.07.296.
- Phan, H.T.P., Luca, F. De and Iaia, L. (2020). The 'walk' towards the un sustainable development goals: Does mandated 'talk' through nonfinancial disclosure affect companies' financial performance?. *Sustainability (Switzerland)*, Vol. 12 No. 6. doi: 10.3390/su12062324.

- Quitzau, M.B., Gustafsson, S., Hoffmann, B. and Krantz, V. (2022). Sustainability coordination within forerunning Nordic municipalities Exploring structural challenges across departmental silos and hierarchies. *Journal of Cleaner Production*, Elsevier Ltd, Vol. 335 No. December 2021, p. 130330. doi: 10.1016/j.jclepro.2021.130330.
- Raszkowski, A. and Bartniczak, B. (2019). On the road to sustainability: Implementation of the 2030 Agenda sustainable development goals (SDG) in Poland. *Sustainability (Switzerland)*, Vol. 11 No. 2. doi: 10.3390/su11020366.
- Resce, G. and Schiltz, F. (2021). Sustainable Development in Europe: A Multicriteria Decision Analysis. *Review of Income and Wealth*, Vol. 67 No. 2, pp. 509–529. doi: 10.1111/roiw.12475.
- Ricciolini, E., Rocchi, L., Cardinali, M., Paolotti, L., Ruiz, F., Cabello, J.M. and Boggia, A. (2022). Assessing Progress Towards SDGs Implementation Using Multiple Reference Point Based Multicriteria Methods: The Case Study of the European Countries. *Social Indicators Research*, Springer Netherlands, Vol. 162 No. 3, pp. 1233–1260. doi: 10.1007/s11205-022-02886-w.
- Richiedei, A. and Pezzagno, M. (2022). Territorializing and Monitoring of Sustainable Development Goals in Italy: An Overview. *Sustainability (Switzerland)*, Vol. 14 No. 5. doi: 10.3390/su14053056.
- Rickels, W., Dovern, J., Hoffmann, J., Quaas, M.F., Schmidt, J.O. and Visbeck, M. (2016). Indicators for monitoring sustainable development goals: An application to oceanic development in the European Union. *Earth's Future*, Vol. 4 No. 5, pp. 252–267. doi: 10.1002/2016EF000353.
- Rickels, W., Weigand, C., Grasse, P., Schmidt, J. and Voss, R. (2019). Does the European Union achieve comprehensive blue growth? Progress of EU coastal states in the Baltic and North Sea, and the Atlantic Ocean against sustainable development goal 14. *Marine Policy*, Elsevier Ltd, Vol. 106 No. April, p. 103515. doi: 10.1016/j.marpol.2019.103515.

- Righettini, M.S. (2021). Framing sustainability. Evidence from participatory forums to taylor the regional 2030 agenda to local contexts. *Sustainability* (*Switzerland*), Vol. 13 No. 8. doi: 10.3390/su13084435.
- Risopoulos-Pichler, F., Daghofer, F. and Steiner, G. (2020). Competences for solving complex problems: A cross-sectional survey on higher education for sustainability learning and transdisciplinarity. *Sustainability (Switzerland)*, Vol. 12 No. 15, pp. 1–15. doi: 10.3390/su12156016.
- Rocchi, L., Ricciolini, E., Massei, G., Paolotti, L. and Boggia, A. (2022). Towards the 2030 Agenda: Measuring the Progress of the European Union Countries through the SDGs Achievement Index. *Sustainability (Switzerland)*, Vol. 14 No. 6. doi: 10.3390/su14063563.
- Rodríguez-Abitia, G., Martínez-Pérez, S., Ramirez-Montoya, M.S. and Lopez-Caudana, E. (2020). "Digital gap in universities and challenges for quality education: A diagnostic study in Mexico and Spain. *Sustainability (Switzerland)*, Vol. 12 No. 21, pp. 1–14. doi: 10.3390/su12219069.
- Ronzon, T. and Sanjuán, A.I. (2020). Friends or foes? A compatibility assessment of bioeconomy-related Sustainable Development Goals for European policy coherence. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 254 No. 119832. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.119832.
- Saitua-Iribar, A., Corral-Lage, J. and Peña-Miguel, N. (2020). Improving knowledge about the sustainable development goals through a collaborative learning methodology and serious game. *Sustainability (Switzerland)*, Vol. 12 No. 15. doi: 10.3390/su12156169.
- Schiavon, M., Ragazzi, M., Magaril, E., Chashchin, M., Karaeva, A., Torretta, V. and Rada, E.C. (2021). Planning sustainability in higher education: three case studies. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, pp. 99–110. doi: 10.2495/SC210091.
- Seikkula-Leino, J., Jónsdóttir, S.R., Håkansson-Lindqvist, M., Westerberg, M. and Eriksson-Bergström, S. (2021). "Responding to Global Challenges through Education: Entrepreneurial, Sustainable, and Pro-Environmental

- Education in Nordic Teacher Education Curricula. *Sustainability*, Vol. 13 No. 22, p. 12808, doi: 10.3390/su132212808.
- Simon, D., Arfvidsson, H., Anand, G., Bazaz, A., Fenna, G., Foster, K., Jain, G., *et al.* (2016). Developing and testing the Urban Sustainable Development Goal's targets and indicators a five-city study. *Environment and Urbanization*, Vol. 28 No. 1, pp. 49–63. doi: 10.1177/0956247815619865.
- Solís-Espallargas, C. and Morón-Monge, H. (2020). How to improve sustainability competences of teacher training? Inquiring the prior knowledge on climate change in primary school students. *Sustainability (Switzerland)*, Vol. 12 No. 16, pp. 1–17. doi: 10.3390/su12166486.
- Stanujkic, D., Popovic, G., Zavadskas, E.K., Karabasevic, D. and Binkyte-Veliene, A. (2020). Assessment of progress towards achieving sustainable development goals of the 'Agenda 2030' by using the CoCoSo and the shannon entropy methods: The case of the Eu countries. *Sustainability (Switzerland)*, Vol. 12 No. 14, pp. 1–16. doi: 10.3390/su12145717.
- Surówka, M., Popławski, Ł. and Fidlerová, H. (2021). Technical Infrastructure as an Element of Sustainable Development of Rural Regions in Małopolskie Voivodeship in Poland and Trnava Region in Slovakia. *Agriculture*, Vol. 11 No. 2, p. 141. doi: 10.3390/agriculture11020141.
- Szymańska, A. and Zalewska, E. (2021). Education in the light of sustainable development goals The case of the European Union countries. *Globalisation, Societies and Education*, Vol. 19 No. 5, pp. 658–671. doi: 10.1080/14767724.2021.1878010.
- Turturean, C.I., Asandului, L.A., Chirila, C. and Homocianu, D. (2019). Composite index of sustainable development of eu countries' economies (ISDE-EU). *Transformations in Business and Economics*, Vol. 18 No. 2, pp. 586–604.
- United Nations. (2015). Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. *A New Era in Global Health*, Springer Publishing Company, New York, NY, doi: 10.1891/9780826190123.ap02.

- Verschaeve, J., Delputte, S. and Orbie, J. (2016). The Rise of Policy Coherence for Development: A Multi-Causal Approach. *European Journal of Development Research*, Vol. 28 No. 1, pp. 44–61. doi: 10.1057/ejdr.2015.74.
- WCED. (1987). The Brundtland Report: 'Our Common Future', Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future, Vol. 4, Oxford. doi: 10.1080/07488008808408783.
- Wright, C. (2021). Local government leading climate action. *The Round Table*, Vol. 110 No. 5, pp. 587–596. doi: 10.1080/00358533.2021.1985270.
- Ylönen, M. and Salmivaara, A. (2021). Policy coherence across Agenda 2030 and the Sustainable Development Goals: Lessons from Finland. *Development Policy Review*, Vol. 39 No. 5, pp. 829–847. doi: 10.1111/dpr.12529.
- Zwolińska, K., Lorenc, S. and Pomykała, R. (2022). Sustainable Development in Education from Students' Perspective—Implementation of Sustainable Development in Curricula. *Sustainability*, Vol. 14 No. 6, p. 3398. doi: 10.3390/su14063398.

LA HACIENDA PÚBLICA ESPAÑOLA ANTE LOS RETOS ECONÓMICOS Y SOCIALES EN EL HORIZONTE DE 2030

Dr. Santiago Lago Peñas Catedrático de la Universidad de Santiago de Compostela

1. Introducción

El sector público español se encuentra en un momento de cambio obligado por la aparición de nuevos objetivos y la necesidad de reformular los instrumentos tradicionales de intervención. Esta conferencia tiene como propósito repasar diez de los vectores en los que estos cambios parecen más urgentes, abordando desde la eficiencia del gasto público hasta la adaptación a los retos del cambio climático y la digitalización.

2. Eficiencia del gasto público, burocracia y reforma del empleo público

¿Por qué es importante aumentar la eficiencia del gasto público? Porque cada euro gastado debe generar el máximo beneficio para la sociedad. La asimetría entre la rigurosidad en la exacción fiscal y la toma de decisiones de gasto debe corregirse mediante la implementación de protocolos e incentivos adecuados.

La evaluación ex ante y ex post de la inversión y las políticas públicas en general son piezas fundamentales en esa nueva perspectiva, a las que habría que sumar el despliegue de proyectos piloto previo a la adopción definitiva de decisiones de alcance general. Porque no tiene sentido que modifiquemos leyes y cambiemos radicalmente políticas públicas antes de haber evaluado de forma controlada los beneficios y problemas que pueden plantear soluciones alternativas. Diseñemos, ensayemos, revisemos las soluciones, y solo cuando

estamos satisfechos con el resultado hagamos las modificaciones generales en las políticas públicas. La reforma de la administración pública no es una mera cuestión de derecho administrativo.

En lo que tiene que ver con la burocracia, el enfoque también debe ser diferente al habitual. No se trata, solo y siempre, de cambiar reglamentos pensando que, de forma automática, casi mágica, sostendrán resultados de un día para otro. Tenemos que adoptar un enfoque empírico, basado en el análisis de los procedimientos administrativos. El objetivo debe ser encontrar los llamados "puntos de dolor", detectar los trámites y obligaciones que generan los mayores costes a los administrados y que, en muchos casos, no apartan nada a la garantía del cumplimiento de la legislación medioambiental, laboral, patrimonial, etcétera. A partir de ese análisis, habrá que definir nuevas formas de solventar el trámite; fórmulas que garanticen que se cumplen los objetivos que nos marquemos en distintos frentes con la minimización del tiempo y los recursos que los ciudadanos y las empresas deben dedicarle en la actualidad.

Finalmente, el empleo público no puede quedarse al margen de las transformaciones de todo tipo que se están produciendo. Necesitamos empleados públicos con competencias y cualificaciones adaptadas al nuevo contexto; mayores y mejores incentivos para el buen funcionamiento de la administración. Volveremos posteriormente sobre este punto.

3. Reforma del sistema tributario

Existe un amplio consenso sobre la necesidad de una reforma fiscal amplia y profunda. Una que corrija los problemas estructurales que arrastramos tras décadas de dinámica inercial, con parches y remiendos huérfanos de reflexiones y actuaciones globales. Pongamos cuatro ejemplos diversos y sin ánimo de exhaustividad: existen tributos con normativas obsoletas, como el impuesto sobre sucesiones y donaciones, el impuesto sobre el patrimonio o el que grava las transmisiones patrimoniales y actos jurídicos documentados;

los impuestos locales pueden mejorarse notablemente; la llamada tributación verde está infra desarrollada en España; el IVA español es el que muestra más tratamientos diferenciados y distorsionantes de toda la Unión Europea, tras innumerables rebajas de tipos: en España, cualquier problema sectorial lo arreglamos tocando el tipo del IVA correspondiente.

En 2022, se publicó un nuevo Libro Blanco para la reforma del sistema tributario, que señala el camino para adaptarnos a los desafíos que enfrentamos en la próxima década. La digitalización, la globalización, el cambio climático, la desigualdad en rentas y riqueza, la estabilidad fiscal, o el envejecimiento poblacional requieren soluciones integrales. Superada la pandemia y la crisis inflacionaria, es el momento económico para acometer esa reforma. Desafortunadamente, el vector político no ayuda. La elevada fragmentación y polarización que nos envuelve hace extraordinariamente difícil los pactos de país. Y la reforma tributaria que necesitamos es, sin duda, pertenece a esa categoría. Porque debe quedar claro que es posible contar con una arquitectura que sirva para aplicar políticas tributarias muy diferentes, en función de las preferencias ideológicas del gobierno de turno. Es como construir una casa sólida y equilibrada que admita personalizaciones al inquilino. El mismo sistema puede proporcionar una recaudación equivalente a 35 puntos de PIB o a 45; es posible contemplar la posibilidad de activar o desactivar tributos en función de los programas electorales del partido del gobierno. Existen múltiples parámetros que se pueden modificar para lograr resultados muy diferentes: tipos impositivos, exenciones... Centrémonos en construir juntos un buen sistema, admitiendo que cada cual lo usará de una manera.

4. Reforma de la financiación autonómica y local

En tercer lugar, aparece la reforma de la financiación autonómica y local. En este caso, contamos también con un Libro blanco publicado en 2017 en el que se ofrece una radiografía completa y plenamente vigente sobre los problemas del sistema de financiación de las haciendas subcentrales españolas y las posibles soluciones a adoptar, tanto en el ámbito autonómico como en el local.

Sin duda, existen algunos elementos que se escapan a las decisiones técnicas, porque configuran el tipo de Estado, el modelo de país en el que los españoles queremos vivir. Por ejemplo, la experiencia comparada nos muestra que el grado de nivelación interterritorial es muy diferente entre los países federales de referencia. Por ejemplo, Estados Unidos no cuenta con programas de nivelación interterritorial explícitos. En cambio, Australia busca la liberación plena de los recursos entre los estados australianos teniendo en cuenta también las diferencias en los costes de provisión de esos servicios punto en un terreno intermedio se sitúan Alemania, Canadá o Suiza. La respuesta a la pregunta de a quién queremos parecernos más es una respuesta política, lo que me lleva a la cuarta reforma pendiente: la reforma de la gobernanza fiscal multinivel.

5. Reforma de la gobernanza fiscal multinivel

Un país tan descentralizado como España requiere de un marco de gobernanza adaptado. España se sitúa ya entre los países más descentralizados del mundo, pero al compararnos con los estados de estructura federal se muestran con claridad las enormes deficiencias que tienen nuestro marco institucional para lidiar con esa descentralización. La pandemia ha sido clarificadora en este sentido. Existe un cierto consenso académico en que sería conveniente una reforma constitucional que convirtiese al Senado en una verdadera cámara territorial. Sin embargo, la fragmentación electoral y la polarización antes referidas hacen que la posibilidad real de esa reforma sea remota hoy. Una solución alternativa, pragmática y factible a corto plazo sería el reforzamiento de los actuales mecanismos con los que cuenta el sistema punto en particular coma la Conferencia de presidentes y el Consejo de Política Fiscal y Financiera (CPFF). Ambas herramientas deberían ganar relevancia en las tomas de decisiones coma y contar con más recursos para el desarrollo de sus funciones, y convertirse en espacio los centrales para todos los debates con implicaciones autonómicas.

Concretemos lo anterior. La Conferencia de presidentes debe ser convocada una o dos veces al año, con una agenda intensa y de calado, con todas las reuniones preparatorias que hagan falta. El CPFF debe dar su opinión sobre todos los asuntos con incidencia financiera en las Comunidades Autónomas (CCA); su sistema de votación debe ser cambiado para que el voto del gobierno central pese menos y se exijan mayorías cualificadas; el CPFF debería contar con todos los recursos humanos y materiales para desarrollar todo el trabajo técnico e independiente necesario, desde el cálculo de las necesidades de gasto de las CCAA a proponer criterios de reparto horizontal de los objetivos de déficit. Finalmente, las conferencias sectoriales deberían ser mucho más relevantes y productivas a la hora de coordinar el despliegue de políticas públicas en las que la legislación básica le corresponde a la administración central, pero el despliegue efectivo a las autonómicas. Y tendrían que ser el foro principal para la compartición de experiencias exitosas (y las que no lo han sido) en la prestación de servicios públicos: es un error no explotar al máximo las ventajas de contar con 17 laboratorios de experimentación de políticas públicas.

6. Estabilidad fiscal

Las nuevas reglas fiscales de la Unión Europea nos obligan a retomar los esfuerzos para lograr la consolidación fiscal. Aunque sean más razonables que las anteriores y se adapten a la diversidad entre países, los parámetros fiscales de España aún están lejos de los valores de referencia. Normalizar nuestra situación fiscal requerirá minimizar el déficit estructural durante una serie larga de años, seguramente una década. Un objetivo que se complica ante la existencia de múltiples niveles de gobierno que toman decisiones sobre gastos e ingresos. Por ello, es crucial definir e implementar un esquema interno de estabilidad fiscal que permita alinear las decisiones fiscales de los diferentes niveles de gobierno con los objetivos globales de la Unión Europea. Y deberíamos hacerlo antes de que acabe 2024.

7. Reforma del sistema público de pensiones

Las dudas sobre la suficiencia dinámica del sistema público de pensiones se mantienen, a pesar de los cambios introducidos en los últimos años. La ampliación en la esperanza de vida combinada con el envejecimiento de la generación del "baby boom" nos llevara, inexorablemente, a tener que repensar otros parámetros del sistema.

A la luz de la comparación del funcionamiento del sistema en España y en el resto de los países de la Unión Europea, seguramente sea en la tasa de reemplazo donde debamos actuar en lo que queda de década. En esencia, la distancia entre el último salario y la primera pensión; una distancia que, en España, es de las más bajas de toda Europa. En todo caso, estas son decisiones de gran calado que obligan a un amplio acuerdo social y político previo. Para eso creamos en su día el Pacto de Toledo.

8. Adaptación de los servicios públicos a nuevas realidades

En séptimo lugar, aparece la adaptación de los principales servicios públicos desde un punto de vista presupuestario (sanidad, educación y servicios sociales) a los cambios en el envejecimiento de la población, las posibilidades que brinda la digitalización, el reto creciente que conlleva la soledad no deseada, y la irrupción de la inteligencia artificial. Retos y oportunidades que no encajan con el continuismo en estrategias y gestión.

En particular, resulta fundamental integrar el sistema sanitario y los servicios sociales; con la atención primaria como pivote fundamental. Mantenerlos separados supone ignorar que la salud de las personas depende no solo de las intervenciones médicas especializadas e ingresos hospitalarios. La recuperación pautada tras una intervención, el cumplimiento de los tratamientos preventivos, la supervisión de personas mayores que viven solas son elementos claves no solo para el bienestar de los pacientes, sino que acaban siendo una fuente de ahorro de recursos humanos y financieros para el sistema de salud, porque la atención especializada cuando lo demás no funciona bien es comparativamente más cara. Hay que redoblar la apuesta por la atención primaria y el aprovechamiento de las potencialidades que nos brinda la tecnología para el seguimiento a distancia y el aumento sustancial de la productividad en ser-

vicios que históricamente han tenido enormes dificultades para conseguirlo, al ser muy intensivos en factor trabajo.

9. Cambio climático y transición energética

El cambio climático y la transición energética son asuntos que aparecen en lo más alto de la agenda pública para los próximos años. Los eventos extremos de todo tipo van a suponer un coste creciente para todos los países. Y la situación irá previsiblemente a peor en la década siguiente. En un horizonte inferior a una década, en el año 2032, los efectos acumulados del cambio climático y de la estrategia de mitigación sobre la ratio de deuda pública sobre PIB de España podrían situarse por encima de los cinco puntos.

El reto para las compañías de seguros privadas es mayúsculo. Pero no lo es menos para el sector público. Al efecto sobre las infraestructuras bajo su responsabilidad haz hay que sumarle el coste de las declaraciones de zona catastrófica. En paralelo, tenemos que hacer notables inversiones para lograr la tesis carbonización de nuestra economía en los próximos 25 años. La inversión pública necesaria suma también a ese balance de pasivos contingentes del sector público. Por eso coma no faltan voces que reclaman la necesidad de que sea la Unión Europea como una federación la que asuma buena parte de los costes de esta financiación de manera mancomunada coma como se ha hecho con los fondos Next Generación EU.

10. Incorporación de la inteligencia artificial y la digitalización

La incorporación de la inteligencia artificial dentro de la ola de digitalización en la que estamos ya inmersos supone otro reto mayúsculo para el sector público español. Posibilidades y problemas de orden menor a principios de siglo, acaparan hoy la máxima atención punto hablemos de ciberseguridad, de optimización del trabajo de los empleados públicos o de la formación de estos queda mucho por hacer en este frente. La inteligencia artificial va a

cambiar, a ritmo exponencial, la forma de resolver y afrontar muchas de las tareas que nos rodean. La eficiencia que se ganará haciendo que las máquinas piensen, parcialmente, por nosotros se traducirá en más productividad y competitividad en aquellas estructuras que estén bien organizadas y profundamente digitalizadas. Las empresas y regiones que no se adapten se quedarán descolocadas y fuera de mercado.

Necesitamos estrategias de digitalización integrales y ambiciosas en todos los ámbitos; en la administración y en las empresas. Las urgentes y, en muchos casos, útiles respuestas a la pandemia no deberían inspirar la sensación de que ya hemos hecho los deberes. En general, han sido parches transitorios que no pueden sustituir el cambio en las organizaciones, en los modelos de negocio y servicio. Además, la digitalización exige mucha inversión en capital humano. Nuestras universidades y centros de formación profesional deben contar con los recursos necesarios para satisfacer una demanda de titulados que va a ir en aumento; y las empresas y administraciones públicas deben entender que el talento hay que pagarlo, so riesgo de que acabe en Alemania, Estados Unidos o Suiza.

En todo caso, en esa estrategia de digitalización hay que ser conscientes de otras dificultades y amenazas muy relevantes. Primero, pivotar en grado creciente sobre el mundo virtual exige invertir más en seguridad y protocolos para evitar ataques y fraudes, pero también fallos y errores. Una empresa o una universidad planamente digitalizada no se puede permitir pasar días con la página web de venta on-line, las aplicaciones de gestión interna fuera de servicio o sin acceso a los discos duros. Segundo, no podemos asumir que todas las personas disfrutan de capacidades y conocimientos para que su vida bascule plenamente hacia lo digital. Personas mayores o con un nivel formativo limitado viven con ansiedad y desazón el cambio. Muchas empresas y departamentos de la administración demuestran nula empatía con ellos. El que tiene familiares cercanos y de confianza más jóvenes y habituados a las nuevas tecnologías va solventando el problema. El que no, a sufrir. Es inadmisible. Es necesario regular y supervisar el mantenimiento

de soluciones no digitales y de calidad para ellos. En tercer lugar, no puede ser que la digitalización sea una excusa para trasladar trabajo a otros. La digitalización no puede traducirse en que los usuarios acaben haciendo lo que antes hacían las empresas o la administración. Me temo que en una parte de los procedimientos digitalizados se está haciendo esto. Cuarto, si se apuesta por la digitalización, las plataformas han de estar a la altura. Los sitios web y las APP deben tener la capacidad de atender a múltiples usuarios simultáneamente, ser claras e intuitivas y ofrecer servicios de ayuda en tiempo real para resolver dudas. Desgraciadamente, en la administración pública esto no es la norma. Quinto, la digitalización debería servir para simplificarnos la vida. No tiene sentido que tengamos que estará adjuntando continuamente información que está a disposición de otros departamentos. De nuevo, esto es particularmente grave en el ámbito público.

11. Envejecimiento poblacional

El envejecimiento poblacional afecta tanto a los usuarios de servicios públicos como a sus empleados, aumentando la demanda de servicios sanitarios y sociales y la presión para renovar plantillas en el sector público.

En contraste con lo que ocurrirá con el cambio climático, España se encuentra entre los países que enfrentarán menos dificultades en este ámbito, según las proyecciones de la Comisión Europea para el año 2070. ¿Por qué? Pues porque hoy ya se encuentra entre los más envejecidos y, por tanto, existe menos margen de aumento, salvo que la esperanza de vida cambie muy sustancialmente de la mano de tratamientos y terapias de prolongación de la vida humana que hoy están en fase de ensayo y que, por tanto, hoy no se incorporan en los cálculos. Por supuesto, si viviésemos una revolución en este ámbito, si pasase a ser normal superar la barrera de los 100 años o incluso la de los 110, el tablero de elecciones colectivas se alteraría de forma radical. La extensión de la edad de jubilación tendría que ser masiva para que no se registrase una ratio entre el total de personas inactivas y personas activas inviable si se quiere

mantener el Estado de bienestar en las condiciones de hoy. Las cosas pintan peor si el horizonte es 2050. En este año, y por el efecto del "baby boom" de la década de los años 60 y 70 del siglo pasado, España se encontraría muy cerca de la media de la Unión Europea de 27 países.

Por el lado del gasto, los elementos fundamentales de la estrategia de respuesta aparecen ya apuntados en las secciones anteriores, cuando hablamos sobre pensiones, sanidad o servicios sociales. Pero el envejecimiento de la población también tendrá un impacto significativo en los ingresos públicos, como se advierte en el último libro blanco de la reforma tributaria en el que participé como experto. Aunque esta dimensión ha sido menos estudiada hasta el momento, es evidente que los flujos de consumo y renta varían según las edades de la población. Por lo tanto, una población envejecida influirá en la dinámica de las bases imponibles de impuestos como el IVA, el IRPF, los impuestos especiales o los impuestos sobre la riqueza. Estos cambios en los patrones de consumo y renta podrían tener implicaciones importantes para la recaudación fiscal y, por ende, para la capacidad de financiar el gasto público necesario para satisfacer las demandas de una población envejecida.

En paralelo, es necesario desarrollar una estrategia inteligente de reemplazo de personal, adaptando los perfiles a las nuevas necesidades y haciendo atractivo el sector público para captar el mejor talento de las nuevas generaciones. En la próxima década, se jubilará cerca de la mitad de sus trabajadores, que comenzaron su vida profesional en los años ochenta y primeros noventa, cuando despegaron en España la sanidad y la educación públicas y recuperamos el tiempo perdido que supuso el franquismo para nuestro Estado del bienestar. El problema ha sido agravado por los recortes de la década pasada y, en particular, la muy limitada tasa de reposición. Sería lógico que en estos momentos todos los servicios públicos estuviesen analizando en detalle su problemática particular, haciendo proyecciones demográficas de sus recursos humanos, y buscando soluciones para la "gran jubilación". Cierto que se puede aprovechar el proceso para amortizar perfiles que ya no interesan o para los que la demanda ha caído; y apostar por otros. Pero sería un error

dejarlo todo al azar, confiando en que el talento va a fluir en las cantidades y perfiles necesarios y en el momento justo. Actuemos ya para no arrepentirnos luego.

12. Conclusión

En el horizonte de 2030, la hacienda pública española debe enfrentar retos económicos y sociales mediante una serie de reformas profundas y consensuadas. La eficiencia del gasto público, la reforma del sistema tributario, la financiación autonómica y local, la gobernanza fiscal multinivel, la estabilidad fiscal, el sistema de pensiones, la adaptación de servicios públicos, el cambio climático, la digitalización y el envejecimiento poblacional son los vectores clave que definirán el futuro del sector público en España. Solo mediante un enfoque integral y colaborativo, con una fuerte base empírica y un compromiso a largo plazo, podremos construir una hacienda pública robusta y resiliente, capaz de responder a los desafíos del siglo XXI.

HACIA LA DÉCADA DE LOS 50. UN FUTURO SIGNIFICATIVO

Dr. Mario Aguer Hortal Académico de Número de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

Resumen

En este artículo se hace un estudio de las líneas maestras del devenir humano, social, tecnológico y económico que inexorablemente nos llevarán a la década de 2050, configurando una humanidad que verá el mundo con una mirada diferente a la nuestra. Se presta especial atención al cambio climático, la inteligencia artificial y la nueva economía.

Palabras clave: Cambio climático; inteligencia artificial; nueva economía; economía circular; economía humanista.

Introducción

Consciente de que el oficio de futurólogo es más propio de platós televisivos que de estudios académicos llegué a la conclusión que lo más acertado era estudiar las tendencias actuales, siempre de forma limitada dada la corta extensión del estudio, que condicionan el presente y pueden marcar el futuro si se consolidan en el tiempo. Para entender mi razonamiento pondré el ejemplo del teléfono móvil. Parece que el Dyna TAC 8000x de Motorola, fue uno de los precursores de los modelos actuales. El ingeniero de Motorola Martin Cooper hizo la primera llamada el 3 de abril de 1973. El prototipo pesaba 1,1 kg. Sin embargo la auténtica revolución se inició en 1990 con 11 millones de usuarios (en 2020 eran 2.500 millones). El teléfono móvil fue evolucionando ofreciendo más y mejores servicios, desde mensajes escritos y de voz, hasta internet y actualmente un sinfín de cosas más. El móvil avanza imparable ofreciendo cada vez más servicios hasta el punto de ser un instrumento casi

indispensable en la vida moderna. La irrupción de la inteligencia artificial, IA, instalada ahora en el móvil abre una ventana de posibilidades de extraordinario calado. Mi conclusión es la siguiente. Al principio fueron muchos los que estaban satisfechos con el móvil, pero sólo para hacer llamadas telefónicas. El número de los que estaban encantados con las otras aplicaciones fue creciendo hasta llegar a una cierta masa crítica a partir de la cual el avance fue imparable y de difícil marcha atrás hasta los modelos actuales. Podría no haberse alcanzado esta masa crítica y entonces el móvil sería un instrumento para hacer con él lo mismo que con el fijo. Pero sí que se alcanzó. Cuando evaluamos las tendencias actuales hemos de distinguir diferentes posibilidades. Por ejemplo que una cosa sea posible o imposible. Si es posible quiere decir que puede ocurrir. Consideremos dos tendencias A y B. B tiene un 75 % de posibilidades y A un 25 %. Esto no quiere decir que tenga que ocurrir B; lo único que quiere decir es que es más posible que ocurra B.

El pensamiento descifrado

No es ciencia ficción, estamos ya en un estadio en el que existen humanos con implantes mecánicos, generalmente ortopédicos, capaces de accionarse con el pensamiento, es decir con las ondas cerebrales que generamos al pensar. Esto es posible porque de alguna manera se ha podido descifrar el código que relaciona onda cerebral con lenguaje. De momento esta técnica revolucionaria se ha ideado para suplir la capacidad de hablar que algunas personas pierden a causa de lesiones o enfermedades como el ELA.

¿Una memoria auxiliar implantada en el cerebro?

Podemos pensar que en buena medida la columna vertebral de la enseñanza ha sido la memorización de largas listas de axiomas, crónicas históricas, leyes de justicia, nombres y propiedades de plantas, animales u órganos. Hoy día una consulta rápida al buscador de confianza, siempre que estemos conectados a internet, nos resuelve el problema. Lo que antes parecía imposible

ahora es habitual. Se pueden traducir textos tanto escritos como de voz con una precisión, mejorable, pero impensable unos años atrás. ¿Pero se imaginan ustedes la posibilidad de utilizar un implante electrónico en el cerebro capaz de almacenar datos, idiomas y libros enteros? Me parece que se avecina una lucha descomunal entre la IA que no le interesa el implante y la política de que de alguna manera la IA forme parte del mismo organismo humano. Se trata de conseguir humanos más inteligentes y preparados.

La inteligencia artificial

Leemos en la prensa todos los días los avances que se van obteniendo con la IA y constatamos que mejoran los buscadores y los traductores automáticos. ¿Qué nos depara el futuro? Creo que en el camino, largo o corto, del proceso de creación y desarrollo de la IA existe un punto de inflexión. Se trata de la consciencia. Una cosa es crear un código largo y muy complejo para que la IA sepa más cosas, entienda mejor el lenguaje escrito o hablado, razone mejor, cometa menos errores y otra muy distinta alcanzar el umbral de consciencia. La IA lo será realmente cuando sea consciente de sí misma. ¿Se alcanzará este umbral en un futuro próximo? No lo sabemos, pero si se alcanzase en un margen de diez a quince años, entonces sí que este hecho influiría decisivamente en el dibujo del tapiz del mundo de 2050.

La inteligencia artificial versus neurotecnología

Los ingentes recursos que muchas empresas están dedicando a su desarrollo nos dan una idea de su importancia estratégica en todos los campos, el militar, el ocio, el desarrollo industrial y la gestión económica entre otros. Tal como está evolucionando actualmente parece encaminarse a convertirse en un apoyo externo de la actividad humana. Por el contrario las tecnologías relacionadas con implantes electrónicos (la neurotecnología, NT) parecen circunscribirse al campo de la ortopedia y la medicina en general y avanzan a un ritmo más lento que las de la IA. Da la impresión que cuando sus logros sean

más visibles socialmente estas técnicas avanzarán más rápido y tendremos los dos frentes de batalla bien establecidos: la IA como un refuerzo externo de la capacidad humana y la NT como refuerzo interno para mejorarla y aumentarla.

La nueva economía

Parece que la economía toma un rumbo decidido hacia la *economía circular* al menos desde un punto de vista local. Los grandes ejes macroeconómicos que rigen el funcionamiento de las empresas y de los estados supongo que permanecerán vigentes muchos años. El gran problema es la gestión de los residuos que genera la actividad social e industrial. Los residuos pueden minimizarse pero no eliminarse. Si hablamos en términos de producción de bienes, que podríamos asociar al concepto de orden y la producción consiguiente de residuos, que asociaríamos al desorden, el segundo principio de la Termodinámica exige que para obtener un determinado orden siempre se producirá un desorden mayor. Otra tendencia que cabe destacar en el ámbito económico es la infrautilización del dinero físico que podría eliminarse y sustituirlo íntegramente por dinero virtual depositado en nuestro móvil o en un ente todavía no popularizado que algunos llaman *asistente virtual*.

El cambio climático

Los climatólogos alertan de que el cambio climático es una amenaza real y que el causante es la actividad industrial humana. La actividad industrial no puede eliminarse, por consiguiente la única posibilidad de que remitan los efectos o al menos que no aumenten es cambiarla. No es fácil. El desarrollo exige consumir ingentes cantidades de energía y con las renovables no es, de momento, suficiente. En un análisis de cómo será el mundo en el 2050 debemos introducir esta variable de forma negativa, es decir, el mundo estará influenciado por las consecuencias del cambio climático tanto más acusadas

cuanto más tiempo tardemos en revertir los efectos. También se producirán desplazamientos masivos de personas, generalmente procedentes de los países africanos más superpoblados y que peor soporten un aumento de temperaturas hacia los países europeos de clima templado.

¿Concentración o disgregación?

El título del apartado hace referencia a la tendencia disgregadora que se presenta en un estado caracterizado por tener culturas diversas, a veces lenguas e incluso etnias diferentes, frente a la tendencia concentradora de los poderes públicos o económicos que prefieren la uniformidad a la diversidad. En el caso de la Unión Europea, tenemos una fuerza centrípeta que procura dotar a la Unión de más competencias en detrimento de los estados miembros y de una fuerza centrífuga que impulsa a que los estados miembros no renuncien a sus características culturales, de lengua y también de independencia política. La solución posiblemente esté en un término medio. Pero esto es muy difícil.

Conclusiones

He llegado al final de este trabajo sin mencionar guerras, catástrofes naturales ni hacer predicciones catastrofistas. No creo en las teorías conspiranoicas porque en la mayoría de casos la solución suele ser la más sencilla. Es evidente que un dictador loco puede desencadenar un conflicto nuclear, que una epidemia descontrolada azote la humanidad o que estalle un nuevo Krakatoa aún más devastador que el de 1883. Estos acontecimientos forman parte de lo imprevisto y es a toda luz evidente que marcaría profundamente la realidad del 2050. Mi conclusión es que no podemos saber cómo será el mundo en 2050, pero sí que podemos tener una idea de cómo quisiéramos que fuese.

La humanidad parece incapaz de avanzar en otro dominio que no sea el científico-técnico. Estamos en un contexto de poli crisis: ecológica, econó-

mica, social y de civilización. Es aquí donde la Escuela de Economía Humanista de Barcelona está dedicando la máxima atención, ya que cada vez es más necesario combatir las grandes amenazas que surgen entre los humanos, porque sin reflexión no avanzaremos y sin acción nos perjudicamos los unos a los otros. El mundo será lo que marquen y señalen las tendencias. Se debe combatir el monopolio, controlar las macroempresas y contener en la medida de lo posible los regímenes dictatoriales.

Muchas gracias por su atención.

Bibliografía y webgrafía

Smith C. L. (2020). El mundo en 2050. Penguin Libros, Madrid.

Rosling H. (2018). Factfulness: Diez razones por las que nos equivocamos sobre el mundo y por qué las cosas están mejor de lo que piensas. Debate, Barcelona.

Noah Harari Y. (2016). *Homo Deus: Breve historia del mañana*. Debate, Barcelona.

Ford M. (2016). El futuro del trabajo. Paidós, Barcelona.

Drucker P. (2004). La sociedad del aprendizaje: El futuro de la educación en un mundo en cambio. Paidós, Barcelona.

Friedman G. (2011). El mundo que viene. Debate, Barcelona.

Bichisao G., Mora Díaz M. y Pizzi E. (2019). *Horizon 2030*. Looking ahead challenges and opportunities. European Investment Bank.

Franklin D. y Andrew J. (2013). El mundo en 2050. Gestión 2000. Barcelona.

Cixin Liu. (2016). El problema de los tres cuerpos. Editorial Nova, Barcelona.

James S. A. Corey. (2016). *El despertar de Leviatan, serie The Expanse*. Editorial Nova, Barcelona.

- Fundación Telefónica. (2022). *El Futuro del Trabajo en España: Tendencias* y *Desafíos para 2030*". https://www2.deloitte.com/es/es/pages/public-sector/articles/cual-es-el-futuro-del-trabajo.html
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). (2021). *España* 2050: Prospectiva para un futuro mejor. http://futuros.gob.es/en/our-work/spain-2050
- Fundación Carolina. (2020). *Iberoamérica 2030: Escenarios prospectivos para la acción*. https://oei.int/oficinas/secretaria-geral/universidad-iberoamerica-2030
- The Economist Intelligence Unit. (2022). *The Future of the World in 2030*. https://www.atlanticcouncil.org/content-series/atlantic-council-strategy-paper-series/welcome-to-2030-three-visions-of-what-the-world-could-look-like-in-ten-years/
- The Brenthurst Foundation. (2022). Foresight Africa: Top Trends and Strategic Issues for 2030.
 - https://www.brookings.edu/articles/foresight-africa-2022/
- Foro Económico Mundial. (2023). *The Global Risks Report 2023*. https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2023/
- "El mundo en 2030": https://mondiplo.com/el-mundo-en-2030
- "El Nuevo Mundo 2030 (I): El futuro demográfico y económico": https://www.youtube.com/watch?v=P5jYzjjn5pI

CHIPS E INTELIGENCIA

Dra. Paula López Martínez Directora adjunta del Centro Singular de Investigación en Tecnologías Inteligentes - CiTIUS

Introducción

Actualmente España y la Unión Europea (UE) se encuentran en un proceso de transformación estratégica orientado a la consecución de una economía más ecológica, digitalizada y resiliente. Sin embargo, el sector de los semiconductores es un sector complejo en el que existen serias deficiencias estructurales capaces de provocar profundas crisis de desabastecimiento de componentes microelectrónicos que lastran la competitividad de la UE en su conjunto. Un ejemplo reciente es la crisis mundial de los semiconductores que comenzó en el año 2020 y que provocó, entre otros, el cierre de líneas de producción en distintos sectores, siendo este problema muy relevante en la automoción y las telecomunicaciones. Cabe mencionar que de cara a alcanzar la soberanía tecnológica en este campo será necesario dotarse tanto de un tejido industrial fuerte como de personal técnico e investigador altamente cualificado. Solucionar esta deficiencia estructural requiere por tanto de una apuesta decidida por la formación y la investigación orientada a la transferencia al sector productivo en el campo de las tecnologías microelectrónicas.

El valor global del mercado de semiconductores fue en 2021 de USD 555,9 billones¹, un aumento del 26,2% respecto a 2020 con 1,15 trillones de componentes con semiconductores comercializados. Con el crecimiento medio de los últimos 20 años del 7,1%, la estimación es que el valor de mercado excederá USD 1 trillón en 2030. Europa representa aproximadamente el 20% mercado global mundial².

¹ World Semiconductor Trade Statistics

² COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENTS - A Chips Act for Europe, 2022.

En el caso de España, el impacto potencial es muy grande, ya que hay sectores estratégicos de nuestra economía que impulsan la demanda interna de semiconductores. Entre ellos, destacan la automoción y la automatización de procesos industriales.

Contexto europeo

En su discurso sobre el estado de la Unión de 2021, Ursula von der Leyen, Presidenta de la Comisión Europea, dejó clara la necesidad de crear un ecosistema europeo de chips de última generación que incluya su fabricación, para lo que destacó la necesidad de interconectar las capacidades de investigación, diseño y ensayo de los países miembro mediante la coordinación de la inversiones nacionales y de la UE. Con este fin, la presidenta de la Comisión Europea anunció la creación de una Ley europea de Chips cuyo reglamento fue finalmente aprobado el 13 de septiembre de 2023³. Dicha ley, define los microchips como activos estratégicos para el desarrollo económico y social y el aumento de la competitividad de la Unión Europea. Entre los principales riesgos del sector identifica el hecho de que la cadena de valor es extremadamente dependiente de un número muy limitado de agentes en un contexto geopolítico de gran complejidad y altamente cambiante y resalta el riesgo que esto supone no solo para la competitividad de la Unión Europea sino también y, sobre todo, para nuestra soberanía tecnológica.

Con más de un billón de unidades fabricadas en todo el mundo en 2020, unos 130 chips por cada persona de la Tierra, los chips semiconductores son un activo esencial en todo tipo de productos digitales tanto de uso común – ordenadores, teléfonos inteligentes, ...- como en equipamiento médico de última generación, automoción, domótica, comunicaciones o industria, sin olvidar por supuesto su valor estratégico en todo tipo de equipamiento militar y de seguridad. Podemos concluir por tanto que los chips no solo están en todas

³ Ley Europea de Chips. REGLAMENTO (UE) 2023/1781 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 13 de septiembre de 2023: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32023R1781

partes sino que resultan vitales para el normal funcionamiento de nuestra sociedad tal y como la entendemos hoy en día. De lo anterior se deduce fácilmente la necesidad crucial que supone para la Unión Europea el dotarse de medios y herramientas que le permitan garantizar su independencia respecto a terceros países en todos y cada uno de los aspectos de la cadena de valor en la producción de microchips, desde la manufactura de obleas de silicio a la fabricación de chips en nodos tecnológicos de última generación pasando por los procesos de diseño, caracterización y testeo y la fabricación a gran escala de las máquinas y equipamiento tecnológico necesarios para la fabricación de chips. Un aspecto crucial en este sentido es, como veremos, la formación de trabajadores cualificados en estos ámbitos de conocimiento.

En la actualidad, se estima que la cuota de mercado correspondiente a los chips fabricados en la UE es del 10%, una cifra llamativamente baja, más aún si se tiene en consideración que en la década de 1990 este porcentaje era superior al 20%. Las causas de esta reducción en la manufactura de chips en la UE responden a cuestiones de tipo económico asociadas fundamentalmente a la ausencia de grandes empresas informáticas en territorio europeo, a la desaparición de fabricantes de teléfonos móviles y a los menores coste de fabricación en países del sureste asiático, lo que llevó a la deslocalización de estas empresas. Más allá del impacto en el mercado mundial, esta disminución trajo consigo una pérdida de la capacidad de producción debido a la falta de inversión en las instalaciones existentes, así como de capital humano capacitado para trabajar en el sector, situación esta última que persiste en la actualidad y que compromete seriamente la capacidad de recuperación.

Analizando en detalle la situación de los distintos sectores dentro de la cadena de suministro de productos semiconductores en la UE⁴ nos encontramos con serias deficiencias, pero también con puntos fuertes que permiten cierto optimismo de cara al futuro. Así, la cuota de mercado de la UE en relación al diseño de chips y a su montaje y ensamblaje es de tan solo el 8% y el 5%, res-

⁴ Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. COM (2022). Ley de Chips para Europa, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022DC0045.

pectivamente. Sin embargo, la UE retiene un 23% de cuota de mercado en la manufactura de equipos de fabricación. De hecho, los equipos de fabricación más avanzados del mercado están fabricados por la empresa holandesa ASML que diseña y manufactura las máquinas de litografía imprescindibles para la fabricación de chips en nodos tecnológicos avanzados. Sin las máquinas que construye ASML, ni Estados Unidos ni China ni siquiera Taiwán –líder mundial en semiconductores— pueden fabricar los chips de última generación que demandan la inteligencia artificial, las telecomunicaciones o la industria armamentística, lo que hace posible concluir que, a día de hoy, no es posible fabricar ningún chip avanzado en el mundo sin equipos fabricados en la UE. La importancia estratégica de esta empresa es tal que el gobierno neerlandés revocaba a principios de 2024 los envíos de dos de sus máquinas más avanzadas a China debido a las restricciones comerciales con este país.

Desde el punto de vista tecnológico, la tecnología de ASML está basada en la litografía de ultravioleta extremo (UVE), que le permite diseñar máquinas capaces de fabricar los transistores más pequeños⁵. Los nodos tecnológicos microelectrónicos se han nombrado tradicionalmente mediante la cifra correspondiente a la dimensión más pequeña que son capaces de fabricar y que se corresponde con la longitud de canal de los transistores de dicha tecnología, que a día de hoy está por debajo de los 10 nanómetros, es decir 10 veces la milmillonésima parte de un metro⁶. Por poner una referencia, los procesadores de Intel más avanzados en la actualidad afirman utilizar una tecnología de 5 nanómetros, si bien es cierto que las referencias a nanómetros son hoy en día en cierta medida una cuestión de marketing ya que se ha producido una cierta desconexión entre la nomenclatura y la realidad física de los circuitos integrados al no guardar, al contrario de lo que ocurría en el pasado, relación estricta con una característica física real⁷. En cualquier caso, los nuevos equi-

⁵ WIRED, "The \$150 million machine keeping Moore's law alive," 30 August 2021; https://www.wired.com/story/asml-extreme-ultraviolet-lithography-chips-moores-law/.

⁶ M. Lundstrom y M. Alam, Moore's law: The journey ahead. Science, vol. 378, no 6621, pp. 722-723, 2022. DOI: 10.1126/science.ade21

⁷ S. K. Moore, The node is nonsense. IEEE Spectrum, vol. 57, nº 8, pp. 24-30, agosto 2020. DOI: 10.1109/MSPEC.2020.9150552

pos de litografía de ASML ya operativos, con un coste estimado en torno a los 350 millones de euros, están diseñados para traspasar la barrera de los 3 nanómetros y son capaces de procesar más de 200 obleas por hora.

A pesar su gran complejidad técnica, el rápido escalamiento de la tecnología y la fuerte competencia entre países y proveedores por alcanzar el nodo tecnológico más avanzado viene condicionado por el llamado criterio de Rayleigh:

$$DC = k_1 \cdot \frac{\lambda}{A}$$

Donde DC es la dimensión crítica, o dimensión mínima que es posible alcanzar en la fabricación de un circuito integrado, k_1 es un coeficiente dependiente de parámetros físicos, es la longitud de onda de la luz usada en el proceso de litografía y A es el valor de apertura de la óptica del equipo litográfico. Por consiguiente, tanto la reducción de la longitud de onda de la luz ultravioleta como el aumento de la apertura de la óptica resultan en una disminución de la dimensión crítica, si bien la modificación de cualquier de estos dos parámetros requiere de complejas y costosas modificaciones en los equipos de litografía UVE. Sin embargo, no es este el factor limitante en el escalamiento de la tecnología sino el parámetro k_1 que es el que realmente determina el límite físico en la miniaturización de la tecnología. Para la fotolitografía de silicio, el material en el que está basada la gran mayoría de procesos de fabricación de microchips, este límite se estima actualmente en $k_1 = 0.25^8$.

La Ley Europea de Chips se organiza en torno a tres pilares básicos. El Pilar 1 o 'Chips para Europa' consiste en una iniciativa para la creación de infraestructuras, así como acciones específicas de soporte a start-ups y PYMEs. Por otra parte, el Pilar 2 de 'Seguridad del suministro y resiliencia' se enfoca en las instalaciones de producción de dispositivos semiconductores. Finalmente, el Pilar 3 o de 'Seguimiento y Respuesta a la crisis' abarca las tareas de monitorización y alerta y de mecanismos de coordinación entre los estados miembro. Así mismo, busca dotar a la Comisión de poder en tiempos de crisis para evitar situaciones de desabastecimiento o falta de autonomía.

En total, el plan compromete más de 43.000 millones de euros de inversión hasta 2030, y se espera que dé lugar a inversiones públicas y privadas adicionales de más de 15.000 millones de euros⁸. Entre los principales objetivos hasta el 2030 se encuentra el refuerzo del liderazgo tecnológico y de investigación de Europa buscando la producción de los chips más pequeños y rápidos del mercado. De hecho, un objetivo declarado es la fabricación de microchips de última generación en nodos de 2 nanómetros e inferiores. Además de la fabricación en nodos tecnológicos avanzados, el plan busca reforzar las capacidades en el diseño y el embalaje de chips. Para lo primero, será necesario abordar la escasez de capacidades, por lo que se plantean acciones de formación y capacitación de trabajadores así como la captación y retención de talento, mientras que para lograr el segundo objetivo serán claves las iniciativas que involucren a la industria, particularmente el apoyo a las empresas emergentes innovadoras, las empresas en expansión y las pymes y el desarrollo de un marco más favorable a los inversores para el establecimiento de instalaciones de fabricación en Europa.

Si bien se trata de un plan ambicioso con objetivos a medio y largo plazo, los primeros resultados de esta política empiezan a ser visibles. Así, por ejemplo, la empresa Intel ha anunciado ya la instalación de una planta de fabricación en Alemania en una tecnología de 1,5 nanómetros con un coste estimado de 30.000 millones de euros, de los cuales una tercera parte corresponde a una subvención del gobierno alemán. Por otra parte, la empresa TSMC, uno de los mayores fabricantes del sector instalará, también en Alemania, una fábrica con capacidad de fabricación en nodos tecnológicos de 22 y 12 nanómetros con un coste de unos 10.000 millones de euros, de los cuales se estima que 5.000 millones de euros serán aportados por el gobierno alemán y otros 1.500 millones de euros por la UE. En España, el Ministerio de Economía, Comercio y Empresa anunciaba en julio de 2023 a través de su portal web⁹ la instalación de una fábrica de la empresa californiana Broadcom con una inversión por parte

⁸ Oficina de publicaciones de la Unión Europea. ISBN 978-92-76-47239-1. DOI: 10.2759/056883

⁹ https://portal.mineco.gob.es/ca-es/comunicacion/Pagines/Broadcom-invertir%C3%A1-en-el-ecosistema-de-semiconductores-en-Espa%C3%B1a.aspx

de la empresa de unos 900 millones de euros. Un anuncio que el presidente del Gobierno, Pedro Sánchez, celebraba al afirmar que iba a permitir a España acelerar "su reindustrialización apoyada en la transición digital y ecológica". Estas iniciativas y otras similares en distintos países de la UE suponen un gran avance respecto a la situación actual y ayudarán a generar a su alrededor un ecosistema de empresas auxiliares y trabajadores cualificados de vital importancia.

Contexto español

En España, a través del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia se movilizaron 30.000 millones de euros a través del mecanismo de los PERTE en diversos ámbitos (medicina, agricultura, energía ...) identificados como estratégicos. De todos ellos, el PERTE Chip de Microelectrónica y Semiconductores con una dotación de 12.250 millones de euros es el que tiene una mayor financiación, con casi el doble que el siguiente mejor financiado. De éstos, España ha reservado 9.500 millones del PERTE Chip para fábricas de semiconductores, lo que pone de relevancia la importancia estratégica que se le concede al hecho de dotarnos de capacidad de fabricación de chips en territorio nacional.

El PERTE Chip, aprobado por el Consejo de Ministros del 24 de mayo de 2022, tiene como objetivo declarado "desarrollar las capacidades de diseño y producción de la industria de microelectrónica y semiconductores en España" buscando un efecto multiplicador en el conjunto de la industria española. Se estructura en torno a 4 ejes: el Eje 1 pone el énfasis en la capacidad científica, el Eje 2 en el diseño, el Eje 3 en las plantas de fabricación y el Eje 4 en la Industria TIC. Asimismo, define distintas actuaciones prioritarias para cada uno de estos ejes. Dentro del Eje 1, y en línea con las prioridades científicas de la UE en este ámbito, se busca incentivar el desarrollo de I+D+i en las líneas de diseño de microprocesadores de vanguardia, fotónica integrada y chips cuánticos, identificadas como las tecnologías disruptivas llamadas a componer nuevos

¹⁰ PERTE Chip de Microelectrónica y Semiconductores – Memoria Técnica, Mayo de 2022.

paradigmas de computación en los próximos años. Por otra parte, las acciones previstas dentro del Eje 2 incluyen la creación de empresas fabless, es decir, sin capacidad de fabricación, pero sí de diseño, para el diseño de microprocesadores de vanguardia y de arquitecturas alternativas, la creación de líneas de pilotos de pruebas y la creación una red de educación, formación y capacitación en materia de semiconductores. Dada la dramática escasez de perfiles científicos y tecnológicos cualificados en las áreas de la microelectrónica y los semiconductores en España, este último aspecto se considera crucial para el éxito del conjunto de las acciones del PERTE. En el Eje 3, el objetivo es disponer en España de capacidades de fabricación tanto por encima como por debajo de los 5 nm. En este sentido, la anunciada instalación en España de una fábrica de la empresa Broadcom supondría un significativo avance respecto a la situación actual y ayudaría a generar todo un ecosistema de empresas y capacidades a su alrededor. Finalmente, las acciones previstas para la dinamización de la industria de fabricación TIC española recogidas en el Eje 4 incluyen una política de incentivos a la industria manufacturera TIC y la creación de un fondo de chips. Para poder llevar a cabo todas estas acciones se plantean diferentes herramientas financieras tales como subvenciones, convenios, contratos o encargos, aportaciones de capital, préstamos y aportaciones a fondos de inversión.

Uno de los instrumentos del PERTE Chip ha sido la creación de las llamadas Cátedras Chip, destinadas a financiar estructuras académicas de investigación, formación y difusión en el área de microelectrónica, configuradas como cátedras universidad-empresa, facilitando así "la ampliación de la oferta de estudios superiores en semiconductores y microelectrónica, la transferencia de resultados de investigación al tejido productivo y la generación de una masa crítica de profesionales altamente cualificados en microelectrónica que contribuyan a la transición tecnológica de la economía española"¹¹. Como resultado de esta iniciativa se han creado 17 Cátedras Chip en España financiadas con un total de 45 millones de euros. En el caso concreto de la Cátedra USC-Televés de microelectrónica, un proyecto coordinado por la Universidad de Santiago de Compostela a través del Centro Singular de Investigación en

¹¹ BOE del 21 de julio de 2023, Sec. III. Pág. 105874.

Tecnoloxías Intelixentes (CiTIUS) se busca afrontar desafíos clave en el sector de la microelectrónica, destacando las líneas de investigación que se plantean en las áreas de la computación en el borde, la computación en memoria, la computación cuántica y el avance en chips de vanguardia para sistemas AESA (Active Electronically Scanned Array). La computación en el borde optimiza el procesamiento de datos cerca de la fuente, reduciendo la latencia y aumentando la eficiencia en aplicaciones críticas. Por su parte, la computación en memoria revoluciona el paradigma tradicional de procesamiento, al acelerar el acceso a los datos y mejorar el rendimiento de las aplicaciones. La computación cuántica, con su potencial para resolver problemas complejos a velocidades inimaginables para las computadoras clásicas, promete avances significativos en criptografía, simulación de materiales y optimización. Finalmente, los chips para sistemas AESA de última generación están transformando la industria de la defensa y la aviación. Estos campos no solo representan fronteras científicas de alta importancia, sino que son esenciales para revitalizar el papel líder de la industria nacional y europea en un escenario global cada vez más influenciado por potencias como China y Estados Unidos.

Chips inteligentes

La fabricación de chips cada vez más rápidos y potentes ha tenido un impacto significativo en muchos ámbitos, pero donde su desarrollo ha marcado un punto de inflexión ha sido en las aplicaciones relacionadas con la inteligencia artificial (IA). El desarrollo de estos microprocesadores ha dado lugar a aplicaciones como ChatGPT, que funciona gracias a decenas de miles de microprocesadores de Nvidia. Es precisamente esta compañía norteamericana, con un valor estimado de 3,34M billones de dólares, y que fabrica los microprocesadores más potentes, la que ha revolucionado el mercado bursátil en los últimos meses, superando incluso a Microsoft como empresa con mayor valor en bolsa. Se estima que su retorno es del 210% en los últimos doce meses (frente al 32,3% de Microsoft, el 15,5% de Apple, el 44,06% de

Amazon, y el 75,11% de Meta)¹². El último chip anunciado por Nvidia, el NVIDIA B200 tiene 208.000 millones de transistores mientras que el anterior producto de la compañía, el NVIDIA H100, sobre el que se implementaron aplicaciones como ChatGPT, incorporaba *tan solo* 80.000 millones de transistores. Este aumento tan significativo de la potencia de cálculo permitirá el entrenamiento de modelos de IA de billones de parámetros, abriendo la puerta a nuevas y más potentes aplicaciones.

Lamentablemente toda esta potencia de cálculo tiene un coste, y las predicciones actuales estiman que en 2040 casi el 50% de la potencia eléctrica mundial será utilizada en computación 13. Incluso en la actualidad, el auge de la IA está cambiando la forma de construir los centros de datos y su ubicación, y ya está provocando una remodelación de la infraestructura energética de Estados Unidos. Las empresas energéticas citan cada vez más el consumo de energía de la IA como uno de los principales factores que contribuyen a la nueva demanda. Esto se debe a que los servidores informáticos de IA en los centros de datos requieren una enorme cantidad de energía para procesar grandes modelos lingüísticos (LLM) como ChatGPT 14. Según las estimaciones del AI Index Report 2024 de la Universidad de Stanford 15, los costes de entrenamiento de los modelos de IA más avanzados han alcanzado niveles sin precedentes. Por ejemplo, se calcula que el coste del entrenamiento de GPT-4 de OpenAI fue de 78 millones de dólares, mientras que el Gemini Ultra de Google costó 191 millones de dólares.

¹² Se acabaron los 7 magníficos y solo queda uno: Nvidia, la nueva empresa más valiosa del mundo. Diario El Mundo, 18 de Junio de 2024.

¹³ A. Herr, Q. Herr, A Data Center in a Shoebox, IEEE Spectrum, Junio 2024.

¹⁴ Alan Weissberger, Power consumption. IEEE Communications Society. Technology Blog. Publicado online el 16 de marzo de 2024: https://techblog.comsoc.org/tag/power-consumption/15 AI Index Report 2024, Universidad de Stanford. Online: https://aiindex.stanford.edu/report/

Hacia una computación más eficiente: nuevos paradigmas de computación para inteligencia artificial

Una de las causas de este crecimiento exponencial en el uso de recursos computacionales es el uso masivo de grandes volúmenes de datos, lo que supone un incremento exponencial de los costes no solo de computación sino también de almacenamiento y transmisión. Miles de millones de dispositivos contienen sensores que recogen información de su entorno para desplegar todas sus capacidades. Estos dispositivos suelen transmitir la información detectada a un servidor remoto para su procesamiento e inferencia. Sin embargo, este esquema tradicional no es escalable ni sostenible en términos de uso de ancho de banda y energía consumida en la comunicación para los más de 27.000 millones de terminales de Internet de las Cosas (IoT) que se esperan para 2025. La solución consiste en procesar la información localmente con un bajo coste energético, pero esto implica incorporar algoritmos de inteligencia artificial que tradicionalmente tienen un alto coste computacional. Es decir, el objetivo último es llevar la inteligencia artificial a la computación en el borde, en un nuevo paradigma consciente del contexto, de bajo consumo y con computación distribuida que se ha dado en llamar Inteligencia Artificial de las Cosas (AIoT) y que supone una alternativa a las soluciones actuales basadas en el procesamiento de un conjunto masivo de datos en grandes recursos computacionales (estaciones de trabajo o servicios en la nube). Por otra parte, las redes neuronales profundas, que constituyen la base de la mayoría de los algoritmos de IA en la actualidad, tienen dificultades para adaptarse a las plataformas con pocos recursos computacionales. En este difícil contexto, se necesitan nuevas modalidades de computación, así como algoritmos novedosos para aumentar el rendimiento. Es necesario, por tanto, un nuevo enfoque que pasa por evolucionar de una aproximación basada en los datos a otra basada únicamente en la información relevante que dichos datos contienen.

La búsqueda de este nuevo paradigma nos ha hecho centrar nuestra atención en la naturaleza. Los animales, incluso los pequeños insectos, tienen capacidades superiores para percibir/comprender el entorno y realizar sin esfuerzo tareas en terrenos desconocidos y cambiantes. Esto ha suscitado un

gran interés por imitar la forma en que la biología computa: la computación neuromórfica. Las redes neuronales convolucionales convolucionales profundas (CNN) son un ejemplo de paradigma informático neuromórfico que ofrece un rendimiento que no se puede alcanzar con los métodos informáticos tradicionales en una amplia gama de aplicaciones de procesamiento de datos. Sin embargo, las CNN no son más que un rasguño del potencial de la computación neuromórfica. Si analizamos el contexto podemos ver que hay cuatro factores claves que utiliza la biología y que resultan de aplicación inmediata en nuestro contexto:

- Computación y sensado concurrentes, por ejemplo en la adquisición y
 procesado de estímulos visuales, lo que aplicado a nuestro problema se
 traduce en la mejora de los datos mediante mecanismos de adaptación
 y en la realimentación por parte de la jerarquía de computación para
 reducir el número de datos a procesar.
- Computación y comunicación concurrentes. Volviendo a la analogía de los estímulos visuales hablaríamos de dos niveles de complejidad, por una parte la generación y comunicación de eventos solo cuando los datos recibidos se consideren relevantes: nuestros ojos reciben información visual constantemente pero solo se produce una reacción a ellos, un evento, cuando ocurre algo significativo. Por otra parte, el análisis espacio-temporal de los datos, ya que en vez de tener fotos fijas del mundo nuestro cerebro analiza y comunica de forma dinámica series de eventos complejos.
- Representación de datos dispersa y recurrente: en niveles superiores de la jerarquía de procesamiento se utilizan representaciones de datos dispersos de alta dimensión con retroalimentación para mejorar la eficiencia de la comunicación y análisis.
- Arquitectura holística: desde una célula individual hasta las estructuras más complejas se organizan para funcionar como un todo. Del mismo modo, las estructuras de computación se basarán en una acción coor-

dinada y cooperativa donde todas las unidades y la comunicación entre ellas se organiza para maximizar el rendimiento del sistema completo.

La computación en memoria, que pone el foco en reducir la latencia y la sobrecarga energética empleada en la transferencia de datos hacia y desde la memoria constituye una de las alternativas más prometedoras en este sentido¹⁶. Para lograrlo, la funcionalidad de procesamiento se transmite a la matriz de memoria y se entrelaza con sus funciones tradicionales de almacenamiento de datos¹⁷. La computación o procesamiento en memoria es entonces un concepto arquitectónico que puede implementarse, por ejemplo, en un chip en tecnología CMOS estándar si bien será necesario tener en cuenta las restricciones relacionadas con los nodos tecnológicos de última generación y la interacción con nuevos nano-dispositivos y tecnologías de fabricación de memorias¹⁸. El objetivo último es implementar de forma eficiente convoluciones, la operación matemática básica de las redes neuronales profundas de IA, realizando multiplicaciones matriciales-vectoriales directamente en la matriz de memoria. Para ello, suele ser conveniente modificar las CNN aligerando su representación, por ejemplo mediante la codificación de sus pesos con un menor número de bits para así reducir la carga de computación¹⁹ o, incluso, para permitir el uso de pesos binarios manteniendo una alta precisión, si bien con ciertas pérdidas de eficiencia. Más allá de la tecnología CMOS, entre los distintos tipos de memorias que se están explorando para este fin se encuentran las memorias de cambio de

¹⁶ N. Verma et al., "In-Memory Computing: Advances and Prospects," IEEE Solid-State Circuits Magazine, vol. 11, no. 3, pp. 43–55, 2019. doi: 10.1109/MSSC.2019.2922889

¹⁷ A. Coluccio, M. Vacca, and G. Turvani, "Logic-in-Memory Computation: Is It Worth It? A Binary Neural Network Case Study," JLPEA, vol. 10, no. 1, p. 7, Feb. 2020.

¹⁸ X. Si *et al.*, "A Twin-8T SRAM Computation-in-Memory Unit-Macro for Multibit CNN-Based AI Edge Processors," IEEE JSSC, vol. 55, no. 1, pp. 189–202, Jan. 2020.

¹⁹ D. García-Lesta, Ó. Pereira-Rial, V.M. Brea, P. López y D. Cabello, A General-Purpose CMOS Vision Sensor with In-Pixel 5-bit Convolutional Layer Computation, 29th IEEE International Conference on Electronics Circuits and Systems, Glasgow 2022. DOI: 10.1109/ ICECS202256217.2022.9971111

fase²⁰, las memorias RAM magnéticas²¹, los memristores²² o las memorias ferromagnéticas (FeRAM)²³.

Otra aproximación a la computación neuromórfica es la computación cognitiva mediante redes recurrentes y vectores dispersos de alta dimensión, también llamada computación hiperdimensional, consistente en utilizar una representación de datos dispersa (vectores hiperdimensionales) para el aprendizaje y la inferencia en línea. Un ordenador hiperdimensional (HDC) tiene un conjunto de instrucciones inherentemente adecuado para la computación cognitiva pero que puede programarse como un ordenador normal. El HDC funciona con aritmética simbólica vectorial (VSA), que se ha demostrado que facilita, por ejemplo, el razonamiento indirecto, la analogía y el aprendizaje a partir de (un único) ejemplo²⁴ e incluso la computación semántica mediante hardware VSA específico²⁵. En la computación VSA, la idea es representar la información mediante vectores aleatorios de alta dimensión y componer la estructura y las operaciones lógicas entre dichos objetos utilizando un conjunto de operaciones aritméticas vectoriales. La longitud de los vectores permanece invariable a medida que se construyen objetos más complejos a partir de los objetos elementales de forma jerárquica, lo que permite una escalabilidad flexible del VSA. Una ventaja clave de la computación con vectores aleatorios es su tolerancia al error: la información se almacena de forma holística, es decir, se distribuye de modo que, en lugar de asignar un significado a cada elemento del vector (bits), el significado de un dato se representa mediante una población de bits. Así, es

²⁰ G.. W. Burr *et al.*, "Recent Progress in Phase-Change Memory Technology," in IEEE JET-CAS, vol. 6, no. 2, pp. 146-162, June 2016. DOI: 10.1109/JETCAS.2016.2547718

²¹ A. Khvalkovskiy *et al.* "Basic principles of STT-MRAM cell operation in memory arrays," Journal of Physics D: Applied Physics, vol. 46, no. 7, p. 074001, Jan. 2013

²² Xia and J.J. Yang, "Memristive crossbar arrays for brain-inspired computing," Nature Materials, vol. 18, pp. 309-323, 2019. DOI: 10.1038/s41563-019-0291-x.

²³ T. Mikolajick, U. Schroeder, S. Slesazeck, The Past, the Present, and the Future of Ferroelectric Memories, IEEE Transactions on Electron Devices, vol. 67, n. 4, abril 2020.

²⁴ L. Ge and K.K. Parhi, "Classification Using Hyperdimensional Computing: A Review". IEEE Circuits and Systems Magazine, pp. 30-47, Second Quarter 2020.

²⁵ M. Laiho et al. "A 512x512-Cell Associative Cam/Willshaw Memory with Vector Arithmetic", IEEE International Symposium on Circuits and Systems, 2015.

posible cambiar los valores de algunos de los elementos del vector sin cambiar el significado percibido del vector.

Ambas aproximaciones, la computación en memoria y la computación hiperdimensional forman parte de las líneas de investigación que se abordan dentro de la Cátedra Chip Televés de Microelectrónica coordinada por el Ci-TIUS de la USC y buscan convertirse en un nuevo paradigma de computación eficiente para inteligencia artificial que ayude a resolver los problemas actuales de su elevado coste computacional.

Conclusión

Se puede afirmar que la soberanía digital de Europa depende en gran medida de su capacidad para dotarse de infraestructuras de fabricación de chips en las tecnologías más avanzadas así como de tener un conjunto de profesionales altamente cualificados en este ámbito. Esto reclama con urgencia la puesta en marcha de acciones coordinadas entre los estados miembros en este sentido, con una apuesta clara por la formación, la investigación y la transferencia de la misma al sector productivo. Por otra parte, la dependencia de la inteligencia artificial con el uso de los chips microprocesadores más avanzados requiere de estrategias alternativas que consigan reducir sus altos costes computacionales mediante una aproximación que incluya la incorporación de estrategias de diseño de chips orientadas a reducir el consumo tanto mediante la utilización de nuevos dispositivos semiconductores como mediante la incorporación de nuevos paradigmas de computación, entre los que se encuentran la computación en memoria y la computación hiperdimensional.

HORIZONTE 2030: COLUMBRANDO OPORTUNIDADES ANTE LAS DISRUPCIONES. EL ROL DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR¹

Dr. Enrique López González Académico de Número de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

> "La cuestión no es ¿cuál es la respuesta? La cuestión es ¿cuál es la pregunta? Henri Poincaré

"La humanidad de hoy es como un soñador despierto, atrapado entre las fantasías del sueño y el caos del mundo real. La mente busca, pero no puede encontrar el lugar y la hora precisos. Hemos creado una civilización de Star Wars, con emociones de la Edad de Piedra, instituciones medievales y tecnología divina. Nos revolcamos.

Estamos terriblemente confundidos por el mero hecho de nuestra existencia y un peligro para nosotros mismos y para el resto de la vida"

Edward O. Wilson

"Sabemos por la historia que simplemente no tenemos la imaginación para anticipar adónde nos pueden llevar las nuevas tecnologías de la información"

John Preskell

1. Introducción

El mundo está inmerso en una era de transformaciones rápidas, profundas y disruptivas. A medida que avanzamos hacia el horizonte 2030-2050, una serie de fuerzas globales —la aceleración tecnológica, el calentamiento global, las tensiones geopolíticas, la globalización económica y las desigualdades sociales— convergen para configurar un entorno de alta incertidumbre. Los retos que enfrenta la humanidad en este contexto no son simplemente problemas técnicos o económicos que puedan resolverse mediante soluciones predefinidas. Por el contrario, nos enfrentamos a *dilemas complejos*, caracterizados por su naturaleza ambigua y multidimensional, que requieren respuestas innovadoras, éticamente responsables y colaborativas.

¹ Documento para el debate – preprint

A nadie se le escapa que el ritmo de los avances tecnológicos ha alcanzado una velocidad vertiginosa, dando lugar a un fenómeno que cabe describir como la "aceleración del futuro". Esta aceleración no solo redefine cómo interactuamos con la tecnología, sino que también transforma profundamente los cimientos de nuestras sociedades: la forma en que trabajamos, nos educamos, nos gobernamos y concebimos el mundo a nuestro alrededor. La obra *The Fast Future Blur*², creada por el colectivo The Faculty From the Fast Future, analiza cómo el futuro se está desenfocando y alejando de los paradigmas tradicionales, con implicaciones profundas para la economía global, la política y la cohesión social. Los impactos de estas transformaciones no son homogéneos; mientras que algunos sectores prosperan y se adaptan con agilidad, otros enfrentan un rezago que agrava las desigualdades estructurales.

Además, vivimos en una era caracterizada por transformaciones sin precedentes, tanto a nivel social como tecnológico y económico. Estas transformaciones, lejos de ser eventos aislados, están intrínsecamente interconectadas y, en muchos casos, intensificadas por la dinámica acelerada del cambio. Las múltiples crisis globales que enfrentamos – desde el calentamiento global y las desigualdades sociales, hasta la fragilidad de los sistemas financieros y la rápida evolución tecnológica – se entrelazan de manera compleja, formando lo que en la obra *Navigating the Polycrisis. Mapping the Futures of Capitalism and the Earth* del sociólogo Michael J. Albert se denomina una "policrisis"³. Esta noción refleja un fenómeno en el que varias crisis coexisten, interactúan y se refuerzan mutuamente, dando lugar a desafíos globales que superan los límites de los modelos tradicionales de respuesta.

Por otro lado, la carrera por el dominio de las tecnologías críticas está moldeando el equilibrio global de poder, como lo demuestra el exhaustivo informe de ASPI, *The Two-Decade Critical Technology Tracker*⁴. Este docu-

² The Faculty from the Fast Future Executive (2024). *The Fast Future Blur. Discover Transformative Interconnections Shaping the Future.* John Wiley & Sons

³ Michael J. Albert, M.J. (2024). Navigating the Polycrisis. Mapping the Futures of Capitalism and the Earth. The MIT Press.

⁴ https://www.aspi.org.au/report/aspis-two-decade-critical-technology-tracker.

mento revela cómo el liderazgo en la investigación y desarrollo de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, los circuitos integrados avanzados, la computación cuántica y las energías renovables, ha cambiado drásticamente en las últimas dos décadas. China, en particular, ha ascendido desde una posición relativamente marginal a convertirse en el líder mundial en 57 de las 64 tecnologías estratégicas rastreadas. Este desplazamiento del poder científico y tecnológico plantea importantes interrogantes sobre el futuro del dominio global, la seguridad tecnológica y la capacidad de los estados para responder a las necesidades de sus ciudadanos en un contexto cada vez más dominado por los monopolios tecnológicos.

En este intento de columbrar el futuro próximo (Horizonte 2030) también será utilizado nuestro previo informe *Repensar la Investigación Económica en la Transición hacia el Cambio Climático* ⁵donde se comentó que quizás por primera vez en la historia, la humanidad desconoce cómo será el mundo en las dos próximas décadas: ¿Acaso nuestra generación será la última en poder evitar el desastre climático global (supremacía de los combustibles fósiles) o la próxima generación dispondrá de electricidad gratis (supremacía de la energía del sol, viento y agua)?

Por tanto, este trabajo tiene como primer objetivo sintetizar estas cuatro perspectivas clave —la aceleración del cambio tecnológico, la emergencia de la policrisis, lucha por el control de las tecnologías críticas y la mitigación del calentamiento global — en un análisis de los desafíos y oportunidades a los que se enfrentará la humanidad en los próximos años y, a tenor de ello, intentar no solo desentrañar las complejidades de estas dinámicas interrelacionadas sino también proponer modelos alternativos que puedan servir como guías para la toma de decisiones estratégicas en un mundo en rápida evolución, enfocándose en el papel de la educación como principal motor de alteridad social.

⁵ López-González, E. (2022). Repensar la investigación económica en la transición hacia el cambio climático. Ciclo sobre Cambio Climático de las diez Reales Academias del Instituto de España, Madrid. https://doi.org/10.5281/zenodo.6602413

Para ello, este ensayo se estructura así: la primera parte de este documento se centrará en la aceleración tecnológica y sus implicaciones para la estructura económica y social, prestando especial atención a la transformación del trabajo y la educación en un mundo donde la inteligencia artificial y la automatización están redefiniendo el concepto de empleo. La segunda parte explorará el concepto de policrisis, con énfasis en cómo el sistema capitalista actual exacerba estas crisis interconectadas y plantea desafíos significativos para la sostenibilidad a largo plazo del planeta, donde la desfosilización es un componente clave en la lucha (mitigación) contra el calentamiento global. Se analizará también cómo las soluciones propuestas, que integran principios de equidad y justicia social, podrían ser la clave para superar estos retos. En la tercera parte, se examinará la competencia global por el dominio de las tecnologías críticas, destacando las implicaciones geopolíticas y económicas de esta carrera, así como el creciente riesgo de monopolios tecnológicos. Finalmente, en la cuarta parte se intentará llevar a cabo un análisis basado en la idea de que la educación superior, como motor del conocimiento, la innovación y la formación de las nuevas generaciones, se encuentra en el centro de esta transformación. Las universidades tienen el potencial —y la responsabilidad— de liderar el camino en la creación de un futuro más inclusivo, equitativo y sostenible. Pero para cumplir este papel, las instituciones educativas deben adaptarse y evolucionar. Ya no es suficiente enseñar habilidades técnicas tradicionales o impartir conocimientos estáticos. La educación del futuro debe ser flexible, dinámica y global, equipando a los estudiantes no solo para enfrentar los desafíos del presente, sino para liderar el cambio en un mundo donde la tecnología, la sostenibilidad y la ética se entrelazan en formas cada vez más complejas.

De forma sumaria, el presente intento de columbrar las posibles oportunidades ante los desafíos que presentan las disrupciones se enfocará en los aspectos siguientes:

A. Las Fuerzas Transformadoras que Definen el Futuro

El primer gran desafío que define el contexto actual es la aceleración tecnológica. Tecnologías como la inteligencia artificial (IA), la computación cuántica, la biotecnología, y la realidad aumentada (RA) están reconfigurando todos los aspectos de la vida humana. Estas innovaciones no solo transformarán la economía, automatizando tareas y creando nuevas formas de empleo, sino que también plantean profundos dilemas éticos y sociales. La IA, por ejemplo, tiene el potencial de mejorar el bienestar humano mediante avances en salud, transporte y eficiencia energética, pero también puede exacerbar las desigualdades o amenazar la privacidad y la autonomía si no se gestiona adecuadamente.

El segundo gran desafío es el calentamiento global, que no solo representa una crisis ambiental, sino una amenaza existencial para la humanidad. Las emisiones de gases de efecto invernadero continúan aumentando, mientras que los recursos naturales se agotan a un ritmo alarmante. En este escenario, la desfosilización de nuestras economías y la transición hacia fuentes de energía renovable se han convertido en un imperativo urgente. Las universidades deben preparar a los estudiantes para liderar esta transición hacia una economía baja en carbono, integrando en sus programas académicos la sostenibilidad, el desarrollo de tecnologías limpias y la promoción de modelos de negocio circulares.

El tercer desafío es la globalización y la creciente interconexión de las sociedades. Aunque la globalización ha generado enormes beneficios económicos, también ha intensificado las tensiones geopolíticas y exacerbado las desigualdades sociales. En un mundo donde los equipos multiculturales y distribuidos geográficamente se han convertido en la norma, las universidades tienen la responsabilidad de formar estudiantes que comprendan la diversidad cultural, que estén preparados para trabajar en colaboración global y que puedan liderar con empatía y respeto en entornos multiculturales. Esta cooperación multicultural será crucial para abordar los retos globales que ningún país puede resolver de manera aislada.

B. El Rol Transformador de la Educación y la Innovación Tecnológica

Ante estos desafíos, la educación se convierte en el eje central para el desarrollo de soluciones sostenibles y justas. Las universidades del siglo XXI deben abandonar los enfoques rígidos de enseñanza y adoptar un modelo de aprendizaje continuo, flexible e impulsado por la tecnología. La incorporación de plataformas de inteligencia artificial (IA) permitirá crear trayectorias de aprendizaje adaptativas y personalizadas, ajustadas a las necesidades y ritmos de cada estudiante. Esto no solo mejorará la eficiencia del proceso educativo, sino que también garantizará que los estudiantes reciban la formación que necesitan para adaptarse a un mercado laboral en constante cambio.

Asimismo, tecnologías como la realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV) están cambiando la forma en que los estudiantes interactúan con el conocimiento. Estas herramientas inmersivas permiten a los estudiantes participar en simulaciones de escenarios reales —desde procedimientos quirúrgicos hasta diseños de ingeniería complejos— que antes solo podían experimentarse en entornos profesionales. La gamificación también está emergiendo como una metodología eficaz para aumentar la motivación de los estudiantes, permitiendo que el aprendizaje se convierta en una experiencia interactiva y atractiva que fomente la resolución de problemas y el pensamiento crítico.

No obstante, la adopción de estas tecnologías plantea preguntas fundamentales sobre la ética. La rápida evolución de la tecnología puede generar riesgos significativos si no se gestiona con responsabilidad. La IA y los grandes datos, por ejemplo, pueden utilizarse para tomar decisiones que afecten a millones de personas, desde la selección de candidatos para un empleo hasta el diagnóstico médico. Pero, ¿qué sucede si estos sistemas perpetúan sesgos o vulneran los derechos de privacidad? Las universidades deben estar a la vanguardia en la formación de profesionales que comprendan las implicaciones éticas de sus decisiones tecnológicas y que promuevan una innovación inclusiva, donde la tecnología beneficie a todos los sectores de la sociedad, incluidas las comunidades vulnerables y marginadas.

C. Preparación para Futuros Inciertos y Dilemas Complejos

El futuro no es solo incierto; está lleno de dilemas complejos que no tienen soluciones sencillas. Los estudiantes deben ser preparados no solo para resolver problemas técnicos, sino para navegar en entornos ambiguos y cambiantes, donde las decisiones que tomen tendrán implicaciones éticas, sociales y ambientales a gran escala. En este contexto, las universidades tienen la responsabilidad de fomentar la adaptabilidad cognitiva, la resiliencia emocional y la toma de decisiones éticas en sus estudiantes.

Los entornos inciertos exigen una mentalidad abierta y flexible que permita a los estudiantes enfrentar desafíos dinámicos y cambiantes, tomando decisiones en condiciones de incertidumbre. Las simulaciones basadas en escenarios futuros son una herramienta educativa clave que puede preparar a los estudiantes para adaptarse a diferentes situaciones y desarrollar estrategias para mitigar riesgos en un entorno donde las variables cambian constantemente. Asimismo, las universidades deben enseñar a los estudiantes a tomar decisiones éticas y sistémicas que consideren las repercusiones a largo plazo de sus acciones y su impacto en el bienestar colectivo y el planeta.

D. Innovación Inclusiva y Liderazgo Ético para un Futuro Sostenible

Finalmente, es fundamental que las universidades promuevan la innovación inclusiva y el liderazgo ético. La tecnología tiene el potencial de resolver muchos de los problemas globales actuales, pero también puede perpetuar o incluso ampliar las desigualdades si no se gestiona adecuadamente. Las universidades deben fomentar una cultura de responsabilidad social tecnológica, donde los estudiantes comprendan que la innovación no es neutral y que sus decisiones tecnológicas tendrán repercusiones profundas en la equidad y la justicia social.

La creación de tecnologías accesibles para todos, el desarrollo de soluciones sostenibles para las comunidades vulnerables y la promoción de una inteligencia artificial ética son solo algunos de los principios que deben guiar la formación de los líderes del futuro. Las universidades deben liderar estas iniciativas, no solo desde la academia, sino también colaborando con el sector privado, los gobiernos y las organizaciones no gubernamentales para asegurar que el progreso tecnológico se utilice de manera justa y equitativa, beneficiando a toda la humanidad.

E. El Papel de las Universidades en la Creación de un Futuro Mejor

En resumen, las universidades del futuro deben ser centros de transformación social, no solo a través del conocimiento, sino también mediante la creación de soluciones tecnológicas, éticas y sostenibles. Las instituciones educativas tienen la capacidad de formar a las nuevas generaciones de profesionales para que enfrenten los desafíos de un mundo incierto, preparándolos para navegar en la intersección de la tecnología, la ética y la sostenibilidad. El éxito en esta misión no solo dependerá de la adquisición de habilidades técnicas avanzadas, sino de la capacidad de los estudiantes para colaborar en entornos multiculturales, enfrentar dilemas éticos complejos y adaptarse a un entorno global en constante cambio. Las universidades tienen la oportunidad única de liderar este cambio, y su rol en la configuración del futuro de la humanidad no puede subestimarse.

En su conjunto, el análisis propuesto se desarrollará partiendo de la perspectiva de que el futuro es incierto y que los modelos actuales de crecimiento y gobernanza pueden no ser suficientes para abordar los desafíos que se avecinan. A lo largo de este trabajo, se buscará aportar una visión holística e integradora, que no solo describa el estado actual de las crisis, la tecnología y la política, sino que también presente posibles rutas hacia un futuro más justo, sostenible, inclusivo y equilibrado. Además, en el presente trabajo se realizará una reflexión sobre cómo las universidades pueden ser los motores de la innovación inclusiva, el liderazgo ético y la formación de los profesionales que estarán a la vanguardia de las transformaciones que definirán el futuro de nuestro mundo.

2. La Aceleración Tecnológica y el Futuro del Trabajo

El fenómeno de la aceleración tecnológica, tal como se explora en *The Fast Future Blur*, ha transformado casi todos los aspectos de la vida humana en las últimas décadas. Desde la manera en que nos comunicamos hasta la forma en que trabajamos, el ritmo de cambio ha aumentado exponencialmente, impulsado por avances en inteligencia artificial, automatización, big data, y otras innovaciones disruptivas. En esta sección, se analiza cómo la *disrupción* tecnológica está remodelando el mundo del trabajo, creando nuevos desafíos y oportunidades que requieren respuestas rápidas, flexibles y estratégicas por parte de gobiernos, empresas y trabajadores.

2.1. Definición y Características de la Disrupción Tecnológica: La carrera de la Reina Roja

La disrupción tecnológica se refiere a la introducción de innovaciones que transforman radicalmente un mercado o sector, desplazando modelos de negocio existentes y redefiniendo la forma en que las empresas operan. Este concepto ha ganado relevancia en los últimos años debido a la velocidad con la que las tecnologías emergentes están cambiando la estructura del trabajo y la economía global.

La disrupción no es un fenómeno nuevo. Desde la Revolución Industrial, los avances tecnológicos han desplazado formas tradicionales de producción y han creado nuevos paradigmas económicos. Sin embargo, la disrupción contemporánea tiene al menos tres características que la hacen única, a saber:

 Velocidad: La rapidez con la que se desarrollan y adoptan nuevas tecnologías es sin precedentes. Lo que antes tomaba décadas para integrarse completamente, ahora puede suceder en cuestión de años o incluso meses.

- Alcance Global: Gracias a la conectividad global y la digitalización, las innovaciones tecnológicas no se limitan a un solo país o región. Las disrupciones pueden extenderse rápidamente por todo el mundo, afectando tanto a economías avanzadas como emergentes.
- Interdisciplinariedad: Las tecnologías disruptivas actuales, como la inteligencia artificial, la robótica o el blockchain, no afectan solo a un sector. Su naturaleza interdisciplinaria implica que pueden transformar simultáneamente múltiples industrias, desde la salud hasta la manufactura, el comercio o la agricultura.

La disrupción tecnológica está redefiniendo los mercados y la sociedad a un ritmo sin precedentes. Impulsada por innovaciones como la inteligencia artificial, la robótica, el big data y el Internet de las Cosas (IoT), la disrupción tecnológica tiene la capacidad de transformar industrias enteras, desafiando los modelos de negocio tradicionales y obligando a empresas y trabajadores a adaptarse constantemente para seguir siendo competitivos. Sin embargo, la naturaleza de esta transformación está profundamente vinculada a un fenómeno descrito por la hipótesis de la Reina Roja, inspirada en el personaje del libro de Lewis Carroll "A través del espejo y lo que Alicia encontró allí" (1872) que en su capítulo 2, titulado "El jardín de las flores vivas", la protagonista, cogida de la mano de la Reina Roja para poder correr las dos a través de las casillas de ajedrez, ve que, aunque marchan muy veloces, prácticamente no se han movido de donde estaban (Figura 1) ⁶.

⁶ Cabe destacar que el jardín donde transcurre la historia, en palabras de Alicia, "está trazado exactamente como un gran tablero de ajedrez" (todo un tótem de los estudiosos de la función exponencial). Imagen Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fa/Alice queen2.jpg

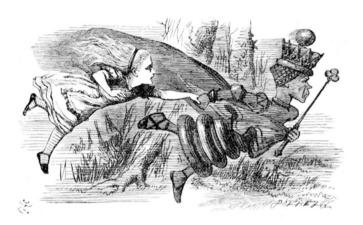


Figura 1. La Carrera de la Reina Roja⁷

El famoso diálogo entre ellas es como sigue:

La Reina Roja seguía gritando: "¡Deprisa, más deprisa!", pero Alicia sentía que no podía correr más, aunque estaba sin aliento y no podía decírselo. Lo más curioso era que los árboles y las cosas que tenían a su alrededor no cambiaban de lugar: por deprisa que corrieran, no parecían dejar nada atrás. "¿Se moverán las cosas a la vez que nosotras?", pensó la pobre Alicia, perpleja. [...] Alicia miró en torno suyo, muy sorprendida. "¡Vaya, para mí que todo el tiempo hemos estado bajo este árbol! ¡Todo es igual que antes!"

"¡Naturalmente!" -dijo la Reina-. "Pues ¿cómo querías que fuera?"

"Bueno, en mi país -dijo Alicia, jadeando todavía un poco- "habríamos llegado a algún sitio ... si hubiésemos estado corriendo deprisísima tanto tiempo, como hemos corrido aquí".

"¡Pues sí que es lento ese país!" -dijo la Reina-. "Aquí, como ves, necesitas correr con todas tus fuerzas para permanecer en el mismo sitio. Si quieres ir a otra parte, tienes que correr lo menos el doble de rápido".

⁷ Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fa/Alice queen2.jpg

El "principio o hipótesis de la Reina Roja" vio la luz por primera vez en 1973 de la mano del biólogo evolucionista Leigh Van Valen, que utilizó la alegoría de la carrera de la Reina Roja de Carroll para hacer referencia a una teoría sobre la evolución que describe la necesaria mejora continua de las especies con el único fin de mantener el *statu quo* con su entorno.

La exhortación entonces de la Reina Roja bien pudiera ser que como humanos deberíamos repensar o desaprender lo que sabemos y funcionar de forma diferente, máxime cuando gracias a la infraestructura libre de fricción que conlleva la digitalización, la distancia entre una idea y su realización digital nunca antes resultó tan corta. El problema radica en que, en general, los humanos no estamos muy duchos para discernir los cambios disruptivos que el comportamiento exponencial que es causado por las "curvas de aprendizaje".

En este sentido, Albert Bartlett nos recuerda que ésta es una de las mayores incapacidades de los humanos⁸, pues, nos olvidamos fácilmente de que el crecimiento en un tiempo necesario para doblarse es siempre mayor que todos los crecimientos anteriores juntos.

A modo de ejemplo descriptivo, imagínense que introducimos en una botella de cristal transparente, de una capacidad de un litro, una microscópica bacteria esmeralda, cuya única virtud o actividad, a nuestros efectos, radica en desdoblarse cada minuto y que, por evidencias previas, se conoce que en exactamente una hora la botella se llena totalmente hasta casi rebosar con una coloración menta. Pues bien, al cabo de media hora, ¿cómo luciría de matiz oliva la botella? ¿por la mitad, o acaso, sería casi imperceptible, un tenue deje alcachofa? ¿Cuándo acontece que la botella está medio llena, en el minuto 30 o en el 59? Resulta lógico pensar que a la media hora casi con dificultad se vislumbre más que un tono pálido lima, pues todavía se necesitan otros 29 minutos para que media botella luzca jade. Sí, la mitad de la capacidad de la botella se alcanza a los 59 minutos. Un minuto antes, sólo habría 250 mls de

⁸ https://www.albartlett.org/presentations/arithmetic_population_energy_video_full_length. html

helecho, en el minuto 57 tan sólo 125 mls, etc. En tal experimento hay que esperar (sin cambios perceptibles a simple vista) durante 50 minutos para avizorar una variación en la tonalidad. A mayores, en nuestro ejemplo, aunque se necesitaron 59 minutos para alcanzar la mitad de la botella, dada su "exponencialidad", si hubiera cerca otras tres botellas vacías, sólo se precisan tres minutos más para que las cuatro rebosaran de una irisación selvática radiante. Tal comportamiento recuerda a un palo de hockey: sólo después de un largo 'letargo', zas, se eleva exponencialmente, como el interés compuesto o el maligno SARS-CoV-2. Otro ejemplo, aunque en la literatura de ficción, también se puede encontrar en la novela "Fiesta" (*The Sun Also Rises*) de Ernest Hemingway ⁹, su primera y muy reconocida en la pequeña ecúmene de nuestra piel de toro. En el texto, Mike, uno de los personajes protagónicos, relata que su bancarrota ocurrió de dos maneras: "*gradualmente y luego de repente*".

2.1.1. La Reina Roja y la Disrupción Tecnológica

Como se acaba de mencionar, en el relato de Carroll, la Reina Roja le explica a Alicia que, en su reino, para permanecer en el mismo lugar, es necesario correr lo más rápido posible. Este concepto se ha utilizado en diversos campos de estudio, incluidos la biología evolutiva y la economía, para describir situaciones en las que los actores deben esforzarse continuamente solo para mantenerse en una posición competitiva en un entorno que cambia rápidamente. Aplicado a la disrupción tecnológica, la hipótesis de la Reina Roja sugiere que las empresas, organizaciones e individuos deben adaptarse y evolucionar constantemente en respuesta a los avances tecnológicos, no necesariamente para superar a sus competidores, sino simplemente para no quedarse atrás. Se trata, por tanto, de un recordatorio de que el cambio es continuo y acelerado, y que los avances no solo representan oportunidades de crecimiento, sino también amenazas para aquellos que no se adaptan lo suficientemente rápido. Cada innovación tecnológica, cada salto disruptivo, genera una presión competitiva que obliga a las empresas y los trabajadores a adaptarse rápidamente, aprender nuevas habilidades y, en muchos casos, redefinir su rol en la economía.

⁹ Hemingway, E. (2003). Fiesta. Debolsillo.

Un ejemplo claro de esta dinámica se puede observar en la industria tecnológica. Empresas que alguna vez dominaron el mercado, como Nokia en la industria de los teléfonos móviles, fueron desplazadas rápidamente cuando no lograron adaptarse al ritmo del cambio tecnológico y la disrupción que trajo consigo la llegada de los smartphones. Del mismo modo, empresas de transporte como Uber y Lyft han cambiado radicalmente la industria del taxi, dejando a los actores tradicionales en una lucha constante por mantenerse competitivos.

La hipótesis de la Reina Roja no solo se aplica a las empresas, sino también a los trabajadores, que deben estar preparados para un ciclo constante de aprendizaje y readaptación. En un entorno laboral en el que la automatización y la inteligencia artificial están reemplazando tareas repetitivas y rutinarias, los trabajadores deben correr más rápido para desarrollar nuevas competencias, como habilidades en ciencia de datos, análisis de big data o manejo de sistemas complejos. De lo contrario, corren el riesgo de quedarse estancados en roles que están siendo eliminados.

2.1.2. La Reina Roja en la Carrera por la Innovación

La metáfora de la Reina Roja también destaca la carrera global por la innovación en la que se encuentran inmersas las naciones y las empresas. A medida que los avances tecnológicos continúan, los gobiernos y las empresas de todo el mundo invierten en investigación y desarrollo para mantenerse competitivos. Esta carrera se ha vuelto particularmente intensa en áreas clave como la inteligencia artificial, la biotecnología, la robótica y la computación cuántica, donde el liderazgo en innovación puede tener implicaciones económicas, geopolíticas y sociales profundas.

Sin embargo, la *hipótesis de la Reina Roja* también advierte sobre los riesgos de un enfoque que prioriza la velocidad sobre la reflexión. En el impulso por "correr más rápido", las empresas y gobiernos pueden caer en la trampa de adoptar tecnologías disruptivas sin considerar plenamente sus impactos éticos, sociales y ambientales. Por ejemplo, la adopción masiva de la

inteligencia artificial y el machine learning plantea preguntas importantes sobre la privacidad, la vigilancia y el desplazamiento laboral. La carrera por la automatización también puede llevar a una aceleración del desempleo estructural si no se acompaña de políticas adecuadas de formación y reconversión laboral.

En resumen, la *hipótesis de la Reina Roja* ilustra cómo la disrupción tecnológica no solo crea oportunidades de crecimiento, sino que también impone una dinámica de cambio continuo que puede ser difícil de gestionar para individuos, empresas y gobiernos. En un entorno en el que el cambio es constante, aquellos que no pueden adaptarse a la velocidad suficiente corren el riesgo de quedar marginados.

2.1.3. Adaptación Continua: ¿El Futuro del Trabajo bajo la Reina Roja?

El mundo laboral es un campo de batalla donde la metáfora de la Reina Roja es particularmente aplicable. En el pasado, una persona podía esperar que las habilidades adquiridas en los primeros años de su carrera fueran suficientes para sostenerla durante toda su vida profesional. Sin embargo, en el contexto actual de disrupción tecnológica, esa expectativa ya no es realista. El ciclo de obsolescencia tecnológica se está acortando, lo que significa que los trabajadores necesitan aprender continuamente nuevas habilidades y adaptarse a las innovaciones para seguir siendo relevantes en el mercado laboral.

Este cambio ha llevado a la creación de lo que algunos expertos denominan la "educación continua". Los programas tradicionales de formación profesional ya no son suficientes para preparar a los trabajadores para el futuro. En su lugar, es necesario fomentar una cultura de aprendizaje permanente, en la que los trabajadores puedan adquirir y actualizar constantemente sus competencias para adaptarse a un mercado laboral en transformación constante.

El desafío es que esta necesidad de adaptación continua no afecta a todos los trabajadores de la misma manera. Aquellos que están empleados en sectores con mayor capacidad de automatización, como la manufactura o el transporte, enfrentan una presión mayor para aprender nuevas habilidades tecnológicas. Los trabajadores con menos acceso a formación y recursos educativos también corren el riesgo de quedar atrás en esta carrera. La disrupción tecnológica, bajo la dinámica de la Reina Roja, puede exacerbar las desigualdades sociales y económicas, a menos que se implementen políticas específicas para garantizar una transición justa hacia el futuro del trabajo.

De acuerdo con lo anterior, cabe colegir que la disrupción tecnológica es un motor imparable de cambio, pero no es lineal ni equitativa en sus impactos. A través del prisma de la hipótesis de la Reina Roja, se propicia poder observar cómo la necesidad de adaptarse a una velocidad cada vez mayor está transformando la naturaleza del trabajo, la competitividad empresarial y las políticas públicas. En un mundo en el que las reglas del juego están en constante cambio, es esencial que tanto los individuos como las organizaciones adopten una mentalidad de aprendizaje continuo, flexibilidad y resiliencia. Sin embargo, es igualmente importante reconocer que correr más rápido no es siempre la respuesta más eficaz. La innovación tecnológica debe ir acompañada de una reflexión ética y de políticas diseñadas para mitigar los efectos negativos de la disrupción, como la pérdida de empleos o el aumento de las desigualdades. Al comprender el impacto de la hipótesis de la Reina Roja, podemos empezar a desarrollar estrategias para no solo sobrevivir en este entorno disruptivo, sino también prosperar en un futuro que requerirá adaptarse a una velocidad vertiginosa.

2.2. La Disrupción del Trabajo: Automatización y Redefinición de Roles

Uno de los efectos más visibles de la disrupción tecnológica es el impacto que está teniendo en el mundo laboral. La automatización, impulsada por avances en inteligencia artificial y robótica, está eliminando muchos trabajos que tradicionalmente eran realizados por humanos. Sectores como la manufactura, la logística y el transporte están viendo cómo la tecnología reemplaza tareas rutinarias y repetitivas, reduciendo la necesidad de trabajadores humanos en estos roles.

Sin embargo, la disrupción tecnológica no solo destruye empleos; también crea nuevos tipos de trabajo que requieren habilidades diferentes. A medida que las máquinas y los algoritmos se encargan de las tareas más predecibles, los humanos se ven obligados a trasladarse hacia actividades más complejas, creativas y de toma de decisiones. Esta transición no es sencilla, ya que muchas de las personas cuyos empleos están siendo desplazados por la tecnología carecen de las habilidades necesarias para competir en un mercado laboral dominado por el conocimiento y las competencias digitales.

2.2.1. Automatización y Desplazamiento de Empleos

La automatización, una de las principales fuerzas de disrupción en el mercado laboral, está eliminando gradualmente trabajos en sectores que tradicionalmente dependían de mano de obra humana. En la industria manufacturera, por ejemplo, los robots están asumiendo tareas repetitivas en las líneas de producción, lo que ha llevado a una reducción de empleos en muchos países. En el sector del transporte, los avances en vehículos autónomos podrían eliminar millones de trabajos en el futuro, afectando a conductores de camiones, taxis y otros medios de transporte.

El Foro Económico Mundial ha estimado que para 2025, la automatización podría desplazar más de 85 millones de empleos a nivel global. Sin embargo, también prevé la creación de 97 millones de nuevos empleos en áreas como la inteligencia artificial, el análisis de datos y el desarrollo de tecnologías emergentes. El reto, por lo tanto, no es solo la pérdida de empleos, sino también la necesidad de preparar a la fuerza laboral para los nuevos roles que surgirán en la economía digital.

2.2.2. Nuevos Roles y Competencias en la Economía Digital

A medida que la automatización elimina empleos tradicionales, están surgiendo nuevos roles que requieren habilidades más avanzadas y especializadas. Las profesiones vinculadas a la inteligencia artificial, la ciencia de datos,

la ciberseguridad y el desarrollo de software son solo algunos de los ejemplos de trabajos que experimentan una alta demanda en el mercado laboral actual. Estas ocupaciones suelen estar mejor remuneradas y ofrecen más oportunidades de crecimiento, pero requieren un nivel significativo de especialización técnica.

En este contexto, la educación y la formación continua juegan un papel crucial. La disrupción tecnológica ha generado una *brecha de competencias*, donde muchos trabajadores no tienen las habilidades necesarias para competir en la nueva economía digital. Esta brecha debe abordarse mediante políticas de capacitación laboral que permitan a los trabajadores aprender nuevas habilidades a lo largo de sus vidas profesionales. La educación formal ya no es suficiente; es necesario fomentar un entorno donde la *educación permanente* sea la norma

2.3. Nuevas Formas de Empleo y Políticas de Bienestar

A mayores de lo ya citado, otro impacto clave de la disrupción tecnológica es la transformación en las formas de empleo. La gig economy, o economía de trabajos esporádicos, ha crecido rápidamente gracias a plataformas digitales que permiten a los trabajadores conectarse con oportunidades laborales temporales o freelance. Esto ha generado un modelo de trabajo más flexible, pero también plantea desafíos en términos de derechos laborales, seguridad y estabilidad económica para los trabajadores.

2.3.1. Nuevas Formas de Empleo: Gig Economy y Trabajo Remoto

La gig economy ofrece flexibilidad a los trabajadores y a las empresas. Los trabajadores pueden elegir cuándo y dónde trabajar, lo que les permite equilibrar mejor su vida personal y profesional. Para las empresas, esta flexibilidad les permite reducir costos y contratar talento de manera ágil, adaptándose a picos de demanda sin comprometerse a largo plazo con empleados permanentes. Sin embargo, este modelo también plantea problemas importantes. Al depender de trabajos temporales y sin beneficios, muchos trabajadores

de la gig economy carecen de las protecciones sociales y de las prestaciones que suelen acompañar a los empleos tradicionales, como la atención médica, la seguridad social o los planes de pensiones. Esto genera una nueva clase de trabajadores precarizados, que pueden enfrentar inestabilidad económica en tiempos de crisis o fluctuaciones en la demanda laboral.

La disrupción tecnológica también ha transformado la forma en que entendemos el trabajo. La pandemia de COVID-19 aceleró la adopción del trabajo remoto, impulsada por la digitalización y la disponibilidad de herramientas tecnológicas que permiten a los empleados trabajar desde cualquier lugar. Esta tendencia, que inicialmente surgió como una respuesta temporal a la pandemia, parece haberse consolidado como una nueva normalidad para muchas empresas. El trabajo remoto ofrece numerosos beneficios, como la reducción de los tiempos de desplazamiento, el aumento de la productividad y un mejor equilibrio entre la vida laboral y personal. Sin embargo, también presenta desafíos, como el aislamiento social, la dificultad para separar el trabajo de la vida personal, y la necesidad de garantizar que todos los empleados tengan acceso a las herramientas tecnológicas adecuadas para desempeñar sus funciones de manera eficiente.

2.3.2. Políticas de Bienestar

Dada la rapidez y el alcance de la disrupción tecnológica, es fundamental que los gobiernos implementen políticas que protejan a los trabajadores y fomenten la inclusión en esta nueva economía digital. Esto incluye la creación de sistemas de protección social que abarquen tanto a los trabajadores formales como a los independientes, asegurando que todos los empleados tengan acceso a los beneficios de salud, desempleo y jubilación, independientemente de su forma de empleo.

Además, es necesario invertir en *educación continua* y programas de capacitación que permitan a los trabajadores adaptarse a los cambios rápidos del mercado laboral. El desarrollo de competencias digitales debe ser una prioridad, no solo para los jóvenes que ingresan al mercado laboral, sino también

para los trabajadores más experimentados que necesitan adaptarse a las nuevas realidades.

2.4. La Inteligencia Artificial Generativa y la Computación Cuántica en el Futuro del Trabajo

La inteligencia artificial generativa y la computación cuántica son dos de las tecnologías más disruptivas que se perfilan para transformar profundamente el futuro del trabajo entre los años 2030 y 2050. Estas tecnologías, que actualmente están en fases avanzadas de desarrollo, tienen el potencial de no solo automatizar tareas complejas, sino también cambiar radicalmente la forma en que pensamos sobre la creación, el análisis y la resolución de problemas. En este apartado, se detallará cómo estas innovaciones podrían impactar el panorama laboral y qué nuevas habilidades y competencias serán esenciales para que los trabajadores se adapten a este futuro tecnológico.

2.4.1. Impacto de las Inteligencias Artificiales Generativas en el Futuro del Trabajo

La inteligencia artificial generativa es una rama avanzada de la IA que tiene la capacidad de crear contenido nuevo a partir de grandes cantidades de datos. A diferencia de las IA tradicionales, que generalmente realizan análisis o tareas predefinidas, las IA generativas pueden producir textos, imágenes, música, códigos de programación, e incluso formular hipótesis científicas sin intervención humana directa. Modelos como GPT (Generative Pre-trained Transformer) o DALL-E son ejemplos tempranos de este tipo de tecnologías, pero sus futuras versiones serán exponencialmente más potentes y multifuncionales.

Entre las transformaciones clave que se avizoran en el futuro del trabajo cabe señalar, entre otras, las siguientes:

• Creatividad Automatizada: La IA generativa revolucionará la creatividad en industrias como el marketing, la publicidad, la redacción y el

diseño gráfico. Estas tecnologías permitirán crear contenidos de alta calidad de manera automática y a gran escala. Esto significa que tareas que antes requerían horas o días de trabajo creativo podrán completarse en minutos, lo que podría reducir la demanda de ciertos roles creativos tradicionales o cambiar su naturaleza hacia la supervisión de sistemas generativos.

- Automatización del Desarrollo de Software: Uno de los campos más impactados por la IA generativa será el desarrollo de software. Herramientas capaces de generar código de manera automática ya están en uso, pero para el horizonte 2030-2050, se espera que las IA puedan generar aplicaciones enteras a partir de simples descripciones de lo que el usuario quiere. Esto podría transformar el trabajo de los programadores y desarrolladores, pasando de la escritura manual de código a la supervisión de sistemas de IA que lo generen.
- Ciencia y Descubrimiento Automatizado: La IA generativa tendrá un impacto significativo en la investigación científica. Estas herramientas serán capaces de analizar enormes cantidades de datos, identificar patrones ocultos y generar nuevas hipótesis de investigación. Para 2050, es posible que las IA participen activamente en el descubrimiento de nuevos fármacos, teorías científicas o avances tecnológicos, automatizando gran parte del proceso científico y acelerando el ritmo de la innovación.

A su vez, entre las nuevas habilidades requeridas que se avizoran en el futuro del trabajo cabe señalar, entre otras, las siguientes:

Supervisión y Colaboración con IA: Los trabajadores no serán reemplazados por completo por la IA generativa, pero necesitarán habilidades para supervisar y colaborar con estos sistemas. La capacidad de entender las limitaciones y el potencial de las IA, así como la habilidad para entrenar y personalizar modelos generativos para tareas específicas, será crucial.

- Pensamiento Crítico y Toma de Decisiones Éticas: A medida que las IA generativas se utilicen para la creación de contenido y la toma de decisiones, las habilidades de pensamiento crítico serán esenciales para evitar sesgos o resultados no deseados. Los trabajadores deberán estar capacitados para evaluar el trabajo producido por la IA, asegurando que se alinee con los valores éticos y los objetivos estratégicos de las organizaciones.
- Creatividad Amplificada: Aunque la creatividad humana seguirá siendo importante, la relación entre humanos y IA será colaborativa. Los creativos deberán aprender a utilizar las herramientas de IA para potenciar su trabajo, explorando nuevas formas de colaboración que amplifiquen sus capacidades en lugar de competir con las máquinas.

2.4.2. Impacto de la Computación Cuántica en el Futuro del Trabajo

La computación cuántica es otra tecnología emergente que tiene el potencial de cambiar radicalmente el trabajo en áreas como la investigación científica, la criptografía, la optimización de procesos y el desarrollo de nuevas tecnologías. A diferencia de las computadoras tradicionales, que operan en el sistema binario de "ceros y unos", los computadores cuánticos pueden procesar información en múltiples estados simultáneamente, lo que les permite resolver problemas que serían imposibles para las máquinas actuales.

Entre las transformaciones clave que se avizoran en el futuro del trabajo cabe señalar, entre otras, las siguientes:

 Optimización y Modelado Complejo: Una de las aplicaciones más inmediatas de la computación cuántica será la resolución de problemas de optimización extremadamente complejos. Esto tiene implicaciones directas en industrias como la logística, la manufactura, la gestión de recursos y las finanzas. Los computadores cuánticos serán capaces de analizar millones de variables en tiempo real, lo que permitirá optimizar rutas de transporte, mejorar la eficiencia energética de fábricas o desarrollar estrategias de inversión más sofisticadas.

- Innovación en la Ciencia y la Tecnología: La computación cuántica podría acelerar significativamente el progreso en áreas científicas complejas, como la química cuántica, el descubrimiento de nuevos materiales y la simulación de sistemas biológicos. Esto tendrá un impacto en el desarrollo de tecnologías avanzadas, como nuevos medicamentos, baterías de alta capacidad o materiales superconductores.
- Seguridad y Criptografía: La computación cuántica también transformará la ciberseguridad. Los algoritmos de cifrado que protegen actualmente la mayor parte de las comunicaciones en línea se volverán vulnerables a la computación cuántica, lo que requerirá una reformulación completa de las infraestructuras de seguridad digital. Las empresas y gobiernos necesitarán desarrollar y adoptar nuevas técnicas de cifrado cuántico para proteger sus datos.

A su vez, entre las nuevas habilidades requeridas que se avizoran en el futuro del trabajo cabe señalar, entre otras, las siguientes:

- Especialización en Computación Cuántica: El desarrollo y la aplicación de la computación cuántica requerirán una nueva generación de expertos en física cuántica, informática cuántica y matemáticas avanzadas. La demanda de científicos y ingenieros capacitados en estos campos crecerá a medida que la tecnología cuántica pase de la fase experimental a su implementación en el mundo real.
- Ciberseguridad Cuántica: La transición hacia un mundo post-cuántico requerirá una nueva generación de expertos en ciberseguridad que comprendan cómo proteger los sistemas frente a las amenazas que plantea la computación cuántica. Esto implicará no solo el desarrollo de nuevas técnicas de cifrado, sino también la reestructuración de las arquitecturas de seguridad en todos los sectores.

Habilidades en Modelado y Simulación: La capacidad de usar computadores cuánticos para resolver problemas complejos dependerá de la comprensión profunda de los modelos matemáticos y las técnicas de simulación. Los científicos, ingenieros y analistas deberán desarrollar una fluidez con estas herramientas para aprovechar todo el potencial de la computación cuántica en la resolución de problemas reales.

2.4.3. Sinergia-Simbiosis entre la Inteligencia Artificiales Generativa y la Computación Cuántica

En el horizonte 2030, es probable que la inteligencia artificial generativa y la computación cuántica no operen de forma aislada, sino que se potencien mutuamente. La combinación de estas tecnologías podría transformar profundamente la forma en que resolvemos problemas complejos y generamos innovación, a saber:

- IA Cuántica: La computación cuántica permitirá a las IA generativas operar de manera mucho más eficiente y rápida, permitiendo un análisis de datos masivo en tiempo real. Esto podría llevar a avances en áreas como la inteligencia artificial médica, donde los computadores cuánticos analizan simultáneamente millones de variables genéticas o ambientales para generar tratamientos personalizados de forma casi instantánea.
- Aceleración de la Investigación Científica: En el futuro, los sistemas de IA generativa podrían trabajar en tándem con computadores cuánticos para modelar sistemas biológicos complejos o diseñar nuevas moléculas a una velocidad inimaginable. Esto revolucionará la investigación en campos como la medicina, la biotecnología y la energía renovable, abriendo posibilidades que hoy parecen inalcanzables.

2.5. El Horizonte 2030: Competencias y Capacidades del Futuro

A medida que avanzamos hacia 2030 y más allá, será crucial que los trabajadores adquieran competencias que los preparen para colaborar con estas tecnologías avanzadas. Entre las habilidades clave que se requerirán en este horizonte, cabe destacar las siguientes:

- Alfabetización Cuántica: Será fundamental que los trabajadores comprendan al menos los conceptos básicos de la computación cuántica y su impacto potencial en sus campos, especialmente en sectores como la ciencia, la ingeniería y las finanzas.
- Gestión de Sistemas Inteligentes: Los roles futuros requerirán habilidades para gestionar sistemas complejos de IA, incluidas las IA generativas. Esto incluye la capacidad de personalizar algoritmos, analizar los resultados producidos por IA y tomar decisiones estratégicas basadas en esa información.
- Adaptabilidad y Aprendizaje Continuo: Dado que las tecnologías cuánticas y las IA evolucionarán rápidamente, los trabajadores necesitarán adaptarse constantemente a nuevas herramientas y enfoques. La educación continua y la flexibilidad mental serán clave para mantenerse competitivos en un mercado laboral que cambiará a una velocidad nunca vista antes.
- Ética y Regulación: La interacción entre IA y computación cuántica también planteará nuevos dilemas éticos y legales, como la privacidad de los datos y el uso de la IA para decisiones autónomas. Los trabajadores deberán estar capacitados para comprender y navegar por estos desafíos éticos, garantizando un uso responsable de las tecnologías.

La disrupción tecnológica plantea desafíos profundos, pero también abre oportunidades para redefinir el mundo laboral de una manera más inclusi-

va, flexible y eficiente. Si bien muchos empleos tradicionales están siendo reemplazados por máquinas y algoritmos, están surgiendo nuevos roles que requieren un alto nivel de habilidad, creatividad e innovación. El reto no es solo tecnológico, sino también social: garantizar que los beneficios de la disrupción sean compartidos equitativamente y que nadie se quede atrás en esta transformación.

La disrupción tecnológica es una fuerza inevitable y poderosa que está reconfigurando el mundo del trabajo. Si bien trae consigo el riesgo de desempleo y precarización, también presenta oportunidades para crear un futuro del trabajo más flexible, productivo y equitativo. Para aprovechar al máximo estas oportunidades, será fundamental que las sociedades inviertan en educación, formación continua y políticas de protección social que permitan a los trabajadores adaptarse a las nuevas realidades.

La aceleración del cambio tecnológico es imparable, y las instituciones deben estar preparadas para adaptarse a un mundo donde las disrupciones serán la norma. El futuro del trabajo no está escrito, y dependerá de las decisiones que tomemos hoy para determinar si la disrupción se convierte en una amenaza o en una oportunidad para todos.

En esta sección se ha pretendido columbrar cómo la inteligencia artificial generativa (Gen AI) y la computación cuántica tienen el potencial de transformar profundamente el futuro del trabajo, automatizando tareas complejas, resolviendo problemas previamente intratables y creando nuevas oportunidades de innovación. Sin embargo, estas transformaciones también requerirán que los trabajadores adquieran nuevas competencias y habilidades especializadas, adaptándose a un mundo laboral que será más colaborativo entre humanos y máquinas.

A medida que nos acercamos al horizonte 2030, es fundamental que tanto los trabajadores como las organizaciones adopten una mentalidad de aprendizaje continuo y estén dispuestos a explorar cómo estas tecnologías pueden ser utilizadas para impulsar el progreso en todas las industrias. Las competencias

en inteligencia artificial, computación cuántica y digiliencia (esta última no analizada en este ensayo) serán esenciales para navegar con éxito en este nuevo mundo de trabajo.

3. La Policrisis y el Futuro del Capitalismo

En lo que va de siglo, el mundo ha sido testigo de una serie de crisis globales que, a pesar de parecer distintas entre sí, están profundamente interrelacionadas. El concepto de policrisis, introducido en la obra *Navigating the Polycrisis. Mapping the Futures of Capitalism and the Earth* de Michael J. Albert, es fundamental para entender esta interconexión. Las crisis no solo coexisten, sino que se refuerzan mutuamente, generando un efecto multiplicador que amplifica sus impactos a nivel social, económico, político y ambiental. Esta sección se centrará en desentrañar cómo el sistema capitalista contribuye y exacerba estas crisis interconectadas, al mismo tiempo que propondrá modelos alternativos basados en la sostenibilidad, la justicia social y la equidad.

El término "policrisis" ha emergido como una herramienta conceptual para describir la convergencia de múltiples crisis interconectadas —económicas, ecológicas, sociales, políticas y tecnológicas— que no solo ocurren de manera simultánea, sino que además se retroalimentan, exacerbando su impacto mutuo sinergético, esto es, no se trata de crisis individuales que pueden resolverse de forma aislada, sino de una sinergia compleja de problemas cuya interacción profundiza y agrava la inestabilidad estructural del sistema global. Así, no resulta extraño que el término "policrisis" haya ganado relevancia en el debate contemporáneo sobre las crisis globales debido a su capacidad para describir el carácter multidimensional, interrelacionado y simultáneo de los desafíos que enfrenta el mundo en el siglo XXI, pues, lejos de una crisis aislada o independiente, la policrisis abarca una complejidad de problemas interconectados que no pueden resolverse mediante soluciones unidimensionales. En esencia, se refiere a una convergencia de múltiples crisis —económicas, ecológicas, sociales, políticas y tecnológicas— que no solo ocurren

de manera simultánea, sino que además se retroalimentan, exacerbando su impacto mutuo.

La idea de la policrisis resuena especialmente en el contexto de lo que Michael J. Albert describe como un colapso capitalista que se entrelaza con los límites planetarios. Albert señala que el modelo económico capitalista ha erosionado las capacidades de las sociedades para responder de manera efectiva a problemas como el cambio climático, las desigualdades sociales, las crisis financieras y la creciente concentración de poder corporativo. En este sentido, la policrisis es un término necesario para entender no solo la profundidad y la gravedad de los desafíos que enfrentamos, sino también la insuficiencia de las soluciones propuestas bajo el paradigma actual, pues, emulando a Einstein, salvo que la estulticia impregne nuestro raciocinio no perece sensato esperar que las crisis múltiples e interrelacionadas que enfrentamos pueden resolverse mediante las mismas lógicas de mercado y de capital que las han generado.

Este concepto se ha vuelto vital para entender el estado actual del mundo, donde las crisis climáticas, financieras, sanitarias, geopolíticas y tecnológicas interactúan de forma dinámica e interdependiente, generando lo que podría describirse como una "tormenta perfecta". Así, en lugar de abordar cada una de estas problemáticas de manera aislada, la policrisis sugiere que la solución debe ser sistémica, abarcando múltiples dimensiones al mismo tiempo, esto es, presenta una notable capacidad para mostrar cómo las crisis contemporáneas no solo coexisten, sino que se alimentan entre sí. Por ejemplo, el calentamiento global agrava las desigualdades económicas, ya que los sectores más vulnerables de la sociedad son los que más sufren los efectos de los fenómenos extremos. A su vez, las crisis políticas, como la erosión de la democracia, los populismos exacerbados y el auge de regímenes autoritarios, son agravadas por la inseguridad económica y la desigualdad. Esta red interconectada de crisis nos obliga a repensar los modelos de desarrollo actuales y a buscar alternativas que puedan romper este ciclo destructivo.

Además, ante este panorama, es crucial desarrollar una nueva ética tecnológica y económica que reconozca las interrelaciones entre las crisis y que
promueva una gobernanza más inclusiva y equitativa, priorizando el bienestar
común sobre los intereses de los grandes actores económicos. Así, por ejemplo, el cambio hacia una economía basada en el conocimiento compartido
podría tener un impacto significativo en la reducción de la brecha entre el
Norte y el Sur global, al democratizar el acceso a los recursos cognitivos y
tecnológicos que, hasta ahora, han sido controlados por un pequeño grupo
de países y corporaciones, aunque para que esto ocurra será necesario reformular las estructuras de propiedad intelectual, las políticas comerciales y las
regulaciones sobre el uso de las tecnologías avanzadas, de modo que estas no
perpetúen las dinámicas del capitaloceno.

Al mismo tiempo, una nueva ética de la sostenibilidad debe guiar esta transición, garantizando que la los nuevos desarrollos económicos no solo se centren en maximizar la productividad y la eficiencia, sino también en la protección de los ecosistemas y en la creación de modelos económicos regenerativos. De hecho, como es bien conocido, la crisis climática, que es uno de los componentes clave de la policrisis, no puede abordarse únicamente desde un enfoque tecnocéntrico, pues, se requiere una transformación profunda en la forma en que valoramos y gestionamos los recursos naturales, tal y como podría resultar al aplicar la perspectiva del capitaloceno, que subraya que la raíz de muchas de las crisis contemporáneas se deriva del sistema capitalista extractivo, centrado en la explotación de los recursos naturales y la acumulación de riqueza en manos de una élite global (argocapitalistas).

La dependencia del sistema capitalista de combustibles fósiles, la extracción masiva de recursos y la destrucción de ecosistemas para facilitar la expansión económica han provocado un colapso ambiental que se manifiesta en el calentamiento global, la pérdida de biodiversidad, la contaminación de los océanos y la deforestación, entre otros problemas. El concepto de "capitaloceno", desarrollado por Jason W. Moore ¹⁰, ofrece una perspectiva crítica para

¹⁰ https://jasonwmoore.com/academicpapers/

entender cómo el calentamiento global no es un meros "efecto secundario" del capitalismo, sino que está profundamente entrelazado con la propia estructura del sistema. Así, el capitaloceno describe la era geológica en la que el sistema capitalista, y no simplemente la acción humana en general, ha sido la principal fuerza impulsora de la degradación planetaria, esto es, sostiene que las crisis ecológicas y sociales actuales no pueden ser entendidas sin observar los patrones históricos de acumulación y expansión del capital. En este marco, el capitalismo no solo es un actor principal en la generación de estas crisis, sino que, además, ha demostrado ser incapaz de ofrecer soluciones que puedan mitigar las interacciones entre los diversos problemas globales.

La lógica del capital, centrada en el crecimiento económico perpetuo y la maximización de los beneficios a corto plazo, ha contribuido a la profundización de la desigualdad global, la destrucción de ecosistemas y el agotamiento de recursos naturales. Estos efectos a largo plazo del capital desenfrenado son una de las razones principales por las que la crisis climática y social actual ha alcanzado una escala tan colosal y entrelazada. El capitaloceno nos recuerda que el futuro del planeta está en nuestras manos, y que solo mediante la cooperación y la solidaridad podremos superar las crisis globales que enfrentamos.

En este contexto, la policrisis no es solo una serie de crisis coexistentes, sino una manifestación más profunda de las fallas estructurales inherentes al sistema capitalista. La naturaleza extractiva y acumulativa del capital no solo ha provocado un agotamiento de los recursos, sino también una erosión de la capacidad de los sistemas sociales, políticos y ambientales para regenerarse. Esto nos lleva a una situación en la que las instituciones tradicionales ya no pueden resolver los desafíos estructurales que enfrentamos, y se requiere un replanteamiento radical de cómo entendemos y abordamos estos problemas.

La policrisis, por tanto, se presenta como un desafío sistémico que no puede ser abordado desde soluciones parciales o tecnológicas. Si bien las nuevas tecnologías pueden desempeñar un papel importante en la gestión de las crisis, la verdadera solución radica en un cambio más profundo en la forma en

que organizamos nuestras economías, nuestras sociedades y nuestras relaciones con el medio ambiente. Las respuestas fragmentadas a las crisis individuales no solo serán ineficaces, sino que podrían incluso empeorar la situación al ignorar las interconexiones entre las diversas crisis, lo que suscita adoptar un enfoque holístico que tenga en cuenta no solo las crisis visibles, sino también las estructuras subyacentes que las generan y perpetúan. Esto significa replantear la forma en que entendemos el desarrollo, la sostenibilidad y el progreso. El capitalismo ha sido el marco predominante para organizar la producción y distribución de riqueza durante los últimos siglos, pero su capacidad para enfrentar la complejidad de la policrisis es, como mínimo, dudosa.

Además, con el calentamiento global, la era del capitaloceno nos ha mostrado que la búsqueda del crecimiento económico perpetuo y la acumulación de capital no es compatible con la sostenibilidad a largo plazo. De hecho, estas dinámicas están en el centro de muchas de las crisis globales actuales, desde el cambio climático hasta la creciente desigualdad social. Para abordar la policrisis, será necesario desarrollar nuevos modelos económicos que prioricen la equidad, la justicia social y la sostenibilidad ecológica.

Por tanto, lo que hace que la policrisis sea particularmente desafiante es la forma en que estas crisis se amplifican mutuamente, incluso actuando en ocasiones como estresores y aceleradores múltiples y simbióticos. Por ejemplo, el calentamiento global no solo afecta a los ecosistemas ecológicos, sino que también tiene un impacto directo en la migración forzada ¹¹ la inseguridad alimentaria o la inestabilidad política. A su vez, estas tensiones exacerban las desigualdades sociales y económicas, lo que genera un ciclo vicioso de inestabilidad que afecta a todos los niveles de la sociedad y de ahí el interés por intentar facilitar la comprensión de que la policrisis no puede abordarse de forma aislada, pues, requiere una respuesta sistémica y holística a la par que justa, equitativa, inclusiva y amiga de la naturaleza que nos aleje del capitaloceno y nos lleve hacia una nueva era de cooperación, equidad y sostenibilidad. Eso sí, aunque la poli-

¹¹ López-González, E. (2019). QuAl4refuge.es: Una iniciativa para la gestión de los migrantes climáticos basada en Inteligencia Artificial Cuántica. https://doi.org/10.5281/zeno-do.5499780

crisis es el resultado del colapso sistémico del capitalismo, también abre nuevas oportunidades para pensar en formas alternativas de organización económica y social, esto es, la policrisis a pesar de su naturaleza aparentemente apocalíptica no es solo un síntoma de un sistema en decadencia, sino también una oportunidad para la transformación, para imaginar y construir alternativas, cuyo estudio es uno de los objetos prístinos del presente ensayo.

Las crisis interconectadas que enfrentamos hoy en día nos obligan a repensar nuestras estructuras económicas, políticas y sociales de una forma que quizás sería más difícil en tiempos de estabilidad. En este sentido, la policrisis puede ser vista como un catalizador para el cambio, una ventana de oportunidad para desarrollar nuevos modelos de desarrollo que sean más sostenibles, equitativos y resilientes. Ahora bien, para aprovechar esta oportunidad, será necesario un cambio radical en la forma en que abordamos las crisis globales, esto es, no podemos seguir confiando en soluciones tecnocráticas o fragmentadas que aborden las crisis individuales aisladamente. En lugar de ello, se necesita, perdón por la reiteración e insistencia, un enfoque sistémico que tenga en cuenta las interdependencias entre las diversas crisis y que busque soluciones que aborden las causas profundas en lugar de solo mitigar sus síntomas. De hecho, tal transformación requiere un replanteamiento radical del papel del Estado, del mercado y de la sociedad civil en la gestión de los recursos globales y el diseño de políticas. Como se analizará posteriormente, entre otras alternativas, la digitalización trufada de gobernanza postneoliberal basada en la cooperación y la gestión compartida de los bienes comunes posiblemente no solo ofrezca una alternativa al capitalismo extractivo, sino que también se presente como una verdadera caja de herramientas eficaces para abordar la interrelación de las crisis en la policrisis.

3.1. El Capitalismo y la Policrisis: Orígenes de las Crisis Globales

El capitalismo, como sistema económico dominante a nivel global, ha sido una fuerza motriz en la generación de riqueza, el desarrollo tecnológico y la expansión del comercio internacional. Sin embargo, ha demostrado ser

también uno de los principales generadores de las crisis globales que caracterizan la contemporaneidad. Para comprender plenamente la raíz de la policrisis actual, es necesario analizar cómo el capitalismo ha estructurado y exacerbado las múltiples crisis interconectadas—económicas, ecológicas, sociales y políticas—que enfrentamos hoy en día. Esta sección explora los orígenes de esas crisis a partir de la dinámica capitalista y su lógica de acumulación, y cómo el concepto de "capitaloceno" ayuda a entender el impacto sistémico del capitalismo en el planeta.

3.1.1. La Crisis Ecológica

La crisis climática y ecológica es solo una dimensión de la policrisis, pero su origen está claramente vinculado a la lógica de acumulación infinita del capitalismo. A medida que las corporaciones transnacionales buscan maximizar sus ganancias, recurren a métodos de producción que externalizan los costos ambientales, lo que significa que los impactos negativos—la contaminación, la destrucción de hábitats, el agotamiento de recursos—no son asumidos por quienes los causan, sino por las comunidades más vulnerables y las generaciones futuras.

En el marco de la policrisis global, la crisis ecológica emerge como una de las dimensiones más profundas y críticas de nuestro tiempo. Si la crisis de desigualdad económica pone de relieve la disfunción social y la injusticia del capitalismo, la crisis ecológica señala el límite físico y biológico de un sistema económico que se ha basado, durante siglos, en la explotación ilimitada de recursos naturales finitos. El colapso ambiental que enfrentamos hoy —manifestado en el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la contaminación generalizada y el agotamiento de los recursos— no es una falla accidental ni periférica del capitalismo global, sino una consecuencia estructural y sistémica de su lógica interna de crecimiento perpetuo y acumulación de capital.

Para comprender la crisis ecológica en toda su magnitud, es necesario analizar el modelo económico predominante que la ha gestado. El capitalis-

mo moderno, en sus múltiples variantes, ha estado intrínsecamente ligado a la explotación de la naturaleza. Desde la Revolución Industrial, el motor del crecimiento económico ha sido la extracción masiva de recursos naturales —carbón, petróleo, minerales, agua, tierras fértiles— y su conversión en bienes de consumo que, a su vez, han sido vendidos en mercados globales para generar ganancias.

El capitalismo extractivista, como se denomina a esta forma de desarrollo económico, no solo explota la naturaleza, sino que también la reduce a una mera mercancía cuyo valor es definido exclusivamente en términos de utilidad económica. Los ecosistemas, los paisajes, e incluso los ciclos biológicos que sustentan la vida, son subsumidos bajo la lógica del mercado, lo que permite su apropiación, privatización y comercialización. La tierra, el aire, el agua y la biodiversidad —que son bienes comunes esenciales para la vida humana han sido transformados en activos privados, disponibles para la explotación en función de las necesidades de la acumulación de capital. Sin embargo, esta lógica extractivista contiene una paradoja fundamental: al tratar la naturaleza como infinita, el capitalismo se enfrenta inevitablemente a los límites planetarios. La Tierra, con su capacidad limitada para regenerar recursos y absorber residuos, no puede sostener un sistema basado en el crecimiento infinito. Esta tensión entre la lógica del crecimiento capitalista y los límites biogeofísicos del planeta es lo que ha llevado al surgimiento de múltiples crisis ecológicas que hoy convergen en una crisis ambiental global sin precedentes.

De todas las manifestaciones de la crisis ecológica, el denominado de forma coloquial "cambio climático" es quizás el más conocido y el que ha captado mayor atención mediática y política. El calentamiento global, provocado por la quema de combustibles fósiles y la emisión de gases de efecto invernadero, es un resultado directo del modelo económico basado en el uso masivo de energía barata y abundante para alimentar la producción industrial, el transporte, la agricultura intensiva y la urbanización desmedida. Este capitalismo fósil, se ha expandido y consolidado a lo largo del último siglo a través de la dependencia del petróleo, el gas y el carbón como fuentes de

energía. Las grandes economías del mundo —particularmente las economías industrializadas de América del Norte, Europa y Asia— se han enriquecido explotando los recursos fósiles, y han creado una infraestructura global que depende casi enteramente de ellos. Las industrias petroleras y gasíferas, por su parte, se han convertido en gigantes políticos y económicos que han resistido activamente cualquier intento serio de transición hacia energías renovables o alternativas, perpetuando el ciclo de destrucción ecológica.

A mayores, cabe observar que el propio calentamiento global no solo representa un riesgo ambiental, sino que es un catalizador de otras crisis sociales y económicas. Las sequías, las inundaciones, las olas de calor y los huracanes cada vez más intensos están afectando la producción de alimentos, desplazando a millones de personas y exacerbando las tensiones sociales y políticas en las regiones más vulnerables del mundo. Los migrantes climáticos, aquellos que se ven obligados a abandonar sus hogares debido a los efectos del cambio climático, se suman a las ya crecientes crisis migratorias impulsadas por la guerra, la pobreza y la desigualdad.

También la pérdida de biodiversidad es quizás otra manifestación, aunque más silenciosa, pero igualmente devastadora. Los ecosistemas del planeta — bosques, océanos, ríos, praderas— están siendo degradados a una velocidad alarmante debido a la deforestación, la sobrepesca, la agricultura industrial y la urbanización desenfrenada. De hecho, esta extinción masiva, que muchos científicos han denominado la "sexta extinción", es producto de la alteración radical de los hábitats naturales y la sobreexplotación de los recursos biológicos. Los sistemas agrícolas industriales, basados en monocultivos y el uso intensivo de pesticidas y fertilizantes, han destruido gran parte de los suelos fértiles y contaminado los cuerpos de agua, reduciendo la capacidad de regeneración de los ecosistemas. Por tanto, la pérdida de biodiversidad no es solo una tragedia ecológica, sino que también tiene profundas implicaciones para la sostenibilidad económica y la seguridad alimentaria. La agricultura, la pesca y la industria forestal dependen directamente de los ecosistemas saludables y los servicios que estos proporcionan, como la polinización de cultivos, el

control natural de plagas, la fertilidad del suelo y la provisión de agua limpia. La degradación de estos sistemas está minando la capacidad de supervivencia a largo plazo de las economías y las sociedades humanas.

Además, por si no fuera grave lo anterior, la crisis ecológica también está profundamente relacionada con el modelo de producción y consumo que el capitalismo ha promovido desde mediados del siglo XX, a saber: La economía lineal, que se basa en el principio de "tomar, hacer, desechar", ha generado una cultura del descarte que incentiva el consumo constante y la obsolescencia programada de los bienes. Este modelo no solo genera enormes cantidades de desechos que contaminan los ecosistemas y los océanos, sino que también requiere una extracción continua de materias primas para satisfacer la demanda insaciable de productos de consumo. Así, los plásticos, los electrónicos y los textiles son ejemplos claros de productos cuyo ciclo de vida es extremadamente corto y cuyos residuos se acumulan en los vertederos, los ríos y los mares, afectando gravemente a la vida marina y los sistemas acuáticos, con consecuencias devastadoras para las especies marinas y los ecosistemas costeros. Además, este modelo económico promueve una mentalidad de consumo en la que el valor de los bienes está determinado no por su durabilidad o utilidad a largo plazo, sino por su capacidad de ser reemplazados rápidamente por nuevos productos. Esto genera una demanda artificial que impulsa a las corporaciones a producir más bienes a un ritmo insostenible, lo que aumenta la presión sobre los ecosistemas y los recursos naturales.

3.1.2. La Crisis de Desigualdad Económica

El capitalismo, en su forma neoliberal más reciente, ha sido un sistema que ha concentrado la riqueza en manos de unos pocos a expensas de la mayoría. El crecimiento económico en las últimas décadas ha beneficiado desproporcionadamente a los individuos más ricos y a las corporaciones transnacionales, mientras que la clase trabajadora y las comunidades marginadas han experimentado estancamiento económico, reducción de derechos laborales y precarización del empleo.

Las raíces de esta desigualdad están profundamente arraigadas en la dinámica capitalista de acumulación. A medida que las empresas y las élites económicas han buscado maximizar sus beneficios, han utilizado su poder para influir en las políticas públicas, desde la reducción de impuestos para los ricos hasta la desregulación de los mercados laborales, con el fin de aumentar sus márgenes de ganancia. El neoliberalismo, con su énfasis en la reducción del papel del Estado en la economía y la promoción de la privatización y el libre mercado, ha sido un motor clave de esta desigualdad, ya que ha debilitado las protecciones sociales y ha erosionado la capacidad de los gobiernos para intervenir en favor del bienestar de sus ciudadanos. En las últimas décadas, esta tendencia se ha visto exacerbada por la globalización neoliberal, que ha facilitado la libre circulación de capital y bienes, pero no la de personas ni de derechos laborales. Las deslocalizaciones industriales han permitido a las corporaciones mover sus fábricas a países con salarios más bajos y regulaciones laborales menos estrictas, mientras que los trabajadores en los países desarrollados han sufrido el desmantelamiento del sector industrial y un aumento de la precariedad laboral.

Además, la financiarización de la economía, término que describe un sistema o proceso económico que intenta reducir todo el valor intercambiado (tanto tangible como intangible, tanto promesas futuras como presentes, etc.) a un instrumento financiero o a un instrumento financiero derivado, ha permitido que el capital fluya de los sectores productivos a los sectores especulativos, donde los beneficios son mayores, pero no generan empleo ni bienestar social. Este proceso ha resultado en una desconexión entre la economía real, donde se generan bienes y servicios, y la economía financiera, donde se crean fortunas a través de burbujas especulativas que eventualmente estallan, dejando a millones de personas en la ruina.

El resultado ha sido la profundización de las divisiones sociales y la creación de lo que algunos economistas llaman "capitalismo oligárquico", en el que una pequeña élite económica controla una parte desproporcionada de los recursos, mientras que el resto de la sociedad se ve empobrecida y precari-

zada, el poder de las grandes corporaciones transnacionales les ha permitido influir en la formulación de políticas públicas trascendiendo las fronteras nacionales y socavando la soberanía de los estados y la autonomía de las instituciones internacionales. De hecho, en la actualidad, muchas de las decisiones que afectan al bienestar de miles de millones de personas en todo el mundo están influenciadas directa o indirectamente por los intereses de un puñado de corporaciones multinacionales, que ejercen su influencia a través de lobbies, campañas de relaciones públicas y financiación de campañas políticas, lo que les permite moldear el entorno normativo en su beneficio. Esto ha llevado a una situación en la que las regulaciones ambientales, las normas laborales y las políticas de derechos humanos son frecuentemente debilitadas o ignoradas para favorecer el crecimiento económico y la acumulación de capital.

Este fenómeno es particularmente evidente en sectores como la industria de combustibles fósiles, donde las corporaciones han ejercido un control desproporcionado sobre las políticas energéticas a nivel global. A pesar de la abrumadora evidencia científica que señala la urgencia de reducir las emisiones de carbono para evitar el colapso climático, estas empresas han utilizado su poder para retrasar o socavar las políticas de transición energética. En este sentido, la captura corporativa de la gobernanza global no solo perpetúa el *statu quo* capitalista, sino que también impide la adopción de soluciones efectivas a las crisis globales.

Esto no solo tiene efectos negativos en términos de justicia social, sino que también genera inestabilidad política y crisis democráticas, ya que las personas que se sienten excluidas del sistema económico pierden la fe en las instituciones democráticas y buscan alternativas autoritarias o populistas. Así, la crisis de desigualdad económica alimenta la crisis política y social, contribuyendo a la naturaleza interconectada de la policrisis.

Por tanto, la crisis de desigualdad económica es uno de los ejes centrales en la comprensión de la policrisis global que afecta a nuestro mundo contemporáneo. Este fenómeno, aunque inherente al sistema capitalista, se ha exacerbado en las últimas décadas bajo la influencia de políticas neoliberales que han promovido la concentración de la riqueza en manos de una pequeña élite a expensas de la gran mayoría de la población. La desigualdad económica no solo genera disparidades en el acceso a recursos y oportunidades, sino que también es un catalizador de otras crisis, desde la inestabilidad social hasta el colapso ambiental. En este contexto, la desigualdad es tanto un resultado del funcionamiento del sistema capitalista como un motor de su fragilidad y decadencia.

El aumento dramático de la desigualdad económica en las últimas décadas no es un fenómeno accidental, sino el resultado de un proceso deliberado impulsado por la hegemonía del neoliberalismo a nivel global. Desde la década de 1980, con las políticas promovidas por líderes como Ronald Reagan y Margaret Thatcher, se ha implantado una serie de medidas que han favorecido la liberalización de los mercados, la privatización de los servicios públicos y la desregulación del sector financiero. Estas políticas han permitido que las grandes corporaciones y los inversores privados acumulen enormes fortunas, mientras que los salarios de los trabajadores han permanecido estancados o incluso disminuido en términos reales.

El informe de Oxfam Intermón *Multilateralism in an Era of Global Oligarchy*¹² afirma que el 1 % más rico del mundo posee más riqueza que el 95 % de la población mundial, mientras "la sombra de la oligarquía global se cierne sobre la Asamblea General de las Naciones Unidas". Este nivel de concentración de la riqueza es una señal clara de la disfuncionalidad del sistema económico actual, que privilegia a los grandes capitalistas y deja a la mayoría de la población marginada y vulnerable. Particularmente, pocos pueden dudar de que la financiarización ha jugado un papel crucial en este proceso, generando riquezas astronómicas para un grupo selecto a través de especulación bursátil, fondos de inversión y otros instrumentos financieros complejos, mientras la economía real, donde se generan los bienes y servicios esenciales, se ha visto progresivamente debilitada.

¹² https://oxfam.app.box.com/s/zxtr1cmf3c5h9tbjvrkpd8hcsxp1s96m

Este fenómeno no solo ha generado una gran disparidad en los ingresos, sino que ha creado una concentración sin precedentes en el acceso a recursos clave como la propiedad de la tierra, las tecnologías avanzadas y el capital productivo, que son fundamentales para el desarrollo económico. Así, los países del Sur Global, en particular, se han visto atrapados en una estructura económica de dependencia, donde los recursos naturales son extraídos y explotados por corporaciones multinacionales, sin que los beneficios repercutan en el bienestar de la población local. Esto ha perpetuado un neocolonialismo económico, en el cual los países más pobres siguen siendo relegados a los márgenes del desarrollo.

Además, por si no fuera grave lo anterior, la desigualdad económica no es solo un problema ético o moral, sino que tiene profundas implicaciones estructurales en la configuración de la policrisis global. Las brechas socioeconómicas intensifican otras crisis globales como el cambio climático, las migraciones masivas, y la inestabilidad política, creando un círculo vicioso difícil de romper, a saber:

• Desigualdad y Crisis Ecológica: Uno de los vínculos más evidentes es el que existe entre la desigualdad económica y la crisis ambiental. Los ricos no solo tienen una huella ecológica mucho mayor que los pobres, debido a su alto consumo de energía, agua, alimentos y otros recursos, sino que además son los principales inversores y accionistas en las industrias más contaminantes, como el petróleo, la minería y la producción industrial a gran escala. Al mismo tiempo, las comunidades más pobres, que contribuyen menos al cambio climático, son las que sufren sus efectos de manera más severa. Así, el Sur Global, con sus economías extractivistas dependientes de la explotación de recursos naturales, es particularmente vulnerable a la crisis climática, ya que su estructura económica está diseñada para beneficiar a las economías desarrolladas, dejando a las poblaciones locales a merced de los desastres naturales y las condiciones climáticas extremas. La desigualdad económica, en este sentido, es también una desigualdad climática, y

los esfuerzos globales para mitigar el cambio climático a menudo pasan por alto la necesidad de redistribuir los recursos y el poder para que las comunidades más vulnerables puedan adaptarse a los impactos ambientales.

- Desigualdad y Migraciones Forzadas: Otro aspecto clave de la relación entre la desigualdad y la policrisis es el aumento de las migraciones forzadas. La creciente pobreza, la falta de oportunidades económicas y el colapso de los servicios públicos han obligado a millones de personas a desplazarse en busca de una vida mejor. Las desigualdades globales entre el Norte y el Sur no solo son un motor de las migraciones, sino que también agravan la crisis de refugiados a medida que las naciones ricas implementan políticas cada vez más restrictivas para proteger sus fronteras, mientras que las naciones pobres carecen de los recursos necesarios para atender las necesidades básicas de sus propias poblaciones desplazadas. Además, esta situación ha generado una crisis humanitaria de enormes proporciones, exacerbada por el hecho de que muchos de los países de destino, especialmente en Europa y América del Norte, han implementado políticas de austeridad que han debilitado su capacidad para absorber e integrar a los migrantes. La xenofobia y el racismo también se han intensificado, alimentando movimientos nacionalistas y populistas que buscan capitalizar el descontento popular frente a la creciente disparidad económica y social.
- Desigualdad y Estabilidad Política: El tercer vínculo crítico entre la desigualdad económica y la policrisis global es su impacto en la estabilidad política. La desigualdad extrema mina la cohesión social y genera tensiones entre diferentes grupos económicos y sociales. Las sociedades profundamente desiguales son más propensas a experimentar conflictos internos, como disturbios civiles, revueltas populares o incluso guerras civiles, ya que grandes sectores de la población se sienten marginados y privados de sus derechos básicos. Por otro lado, las políticas neoliberales, que han fomentado la concentración de la

riqueza, también han minado las instituciones democráticas al dar lugar a una política capturada por los intereses corporativos, de ahí que en muchas democracias liberales, las decisiones políticas son dictadas por los intereses de las élites económicas, lo que genera una profunda desconfianza en las instituciones democráticas y alimenta el surgimiento de movimientos populistas que prometen restaurar el poder al "pueblo" y desmantelar el sistema elitista. Tal crisis de representación política es uno de los principales motores de la crisis de gobernanza a nivel global. La polarización política, el aumento de la corrupción y el desmantelamiento del Estado como garante del bienestar común son síntomas de un sistema en el que la riqueza y el poder están concentrados en manos de unos pocos, mientras que la mayoría de la población queda excluida de los procesos de toma de decisiones.

El desafío para el futuro es diseñar un sistema económico que no solo sea sostenible desde el punto de vista ambiental, sino que también promueva una mayor equidad económica y justicia social. Esto implica cuestionar los pilares fundamentales del capitalismo neoliberal y buscar alternativas que sitúen el bienestar humano y el equilibrio ecológico en el centro de la economía. Algunas de las propuestas más prometedoras incluyen la implementación de un ingreso básico universal, la reducción de la jornada laboral, el fomento de modelos de economía cooperativa, y la promoción de una economía circular que minimice los residuos y el consumo de recursos. Sin embargo, estos cambios difícilmente podrán producirse de forma espontánea; pues requieren un compromiso político a largo plazo (rompiendo la lógica cortoplacista que caracteriza el devenir de la vida política en las democracias regidas por normas) y una movilización social que presione a los gobiernos y las corporaciones para que adopten medidas concretas hacia una mayor justicia económica.

En última instancia, la crisis de desigualdad económica es tanto un síntoma como una causa de la policrisis global. Resolverla no solo es una cuestión de ética y justicia, sino una necesidad imperiosa para garantizar la estabilidad social, la cohesión política y la sostenibilidad ambiental en un mundo cada vez más interconectado y frágil.

3.1.3. La Crisis Política (Neoliberalismo y Desmantelamiento del Estado)

La crisis política que subyace en el corazón de la policrisis global no puede entenderse sin examinar el catastrófico impacto que el neoliberalismo ha
tenido en las estructuras estatales y las democracias contemporáneas. Durante
décadas, el neoliberalismo ha promovido la idea de que los mercados son
más eficientes que los gobiernos para gestionar la economía y que el Estado
debe reducir su intervención en los asuntos económicos. Esto ha llevado al
desmantelamiento de muchas funciones del Estado, desde la regulación de los
mercados financieros hasta la provisión de servicios públicos esenciales como
la educación, la salud y el transporte. Desde su auge en las últimas décadas del
siglo XX, el neoliberalismo ha transformado profundamente la relación entre
el Estado, el mercado y la sociedad civil, erosionando las bases del contrato
social y promoviendo una desregulación masiva de la economía, con consecuencias que han sido devastadoras para la gobernanza, la justicia social, y el
bienestar ciudadano.

El neoliberalismo, entendido como una ideología económica y política que prioriza la libertad de los mercados sobre el rol del Estado en la provisión de bienes y servicios, ha promovido un desmantelamiento de las funciones estatales en nombre de la eficiencia, la competitividad y el crecimiento, con lo cual se ha producido una fuerte erosión de la capacidad de los gobiernos para regular el capitalismo, proteger los derechos de los ciudadanos y garantizar la estabilidad social y política. De hecho, el neoliberalismo ha sido más que un conjunto de políticas económicas; ha sido una verdadera ideología que ha impregnado todos los aspectos de la vida social, política y económica. Sus principales exponentes, como Milton Friedman y Friedrich Hayek, argumentaron que el mercado libre era la forma más eficiente de organizar la economía, y que el papel del Estado debía reducirse a su mínima expresión, limitándose a garantizar el respeto a los contratos y la propiedad privada. Esta visión ideológica fue adoptada a gran escala por gobiernos como el de Ronald Reagan en los Estados Unidos y Margaret Thatcher en el Reino Unido durante los años 1980. Sus políticas de privatización, desregulación y reducción del gasto público se extendieron rápidamente por el mundo, especialmente a través de instituciones internacionales como el Fondo Monetario Internacional (FMI) y el Banco Mundial, que impusieron estas reformas como condición para la asistencia financiera a países en desarrollo, creando una hegemonía neoliberal a nivel global. El resultado fue un cambio fundamental en el equilibrio entre el Estado y el mercado. Las políticas neoliberales desmantelaron gran parte de los programas sociales, dejando a millones de personas sin acceso a servicios esenciales como la salud, la educación y el empleo. El Estado dejó de ser el garante del bienestar social y pasó a ser el facilitador de los mercados, creando un entorno donde el beneficio privado era prioritario sobre el bienestar colectivo.

A este respecto, conviene señalar que uno de los pilares fundamentales del neoliberalismo ha sido la desregulación. La idea subyacente es que los mercados, si se les deja operar libremente, asignarán los recursos de manera más eficiente que el Estado. Sin embargo, esta teoría ha demostrado ser no solo defectuosa, sino destructiva. A pocos se les escapa que la desregulación financiera, en particular, fue una de las principales causas de la crisis financiera de 2008, que llevó al colapso de bancos, a la pérdida masiva de empleos y a un aumento significativo de la desigualdad en todo el mundo.

El desmantelamiento de las regulaciones ambientales, laborales y financieras permitió que las grandes corporaciones obtuvieran ganancias masivas a expensas de los derechos de los trabajadores y del bienestar social. La crisis ecológica, que incluye el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la contaminación generalizada, está íntimamente ligada a estas políticas de desregulación que han permitido a las empresas operar sin restricciones en su búsqueda de beneficios sin importarlos efectos dañinos sobre la naturaleza con tal proceder. Por si fuera leve el escarnio, además de atacar las funciones del Estado, también es uno de los artífices del desmantelamiento de su capacidad para gestionar y mitigar las crisis que él mismo ha creado a tenor de su regla de oro: privatizar las ganancias y socializar las pérdidas y las deudas. El Estado, debilitado por las políticas neoliberales, ha perdido la capacidad de regular sectores clave de la economía, de implementar políticas redistributivas

o de proporcionar servicios públicos básicos. Este proceso ha dejado a millones de personas en la precariedad, sin redes de seguridad social, mientras que ha permitido a las élites económicas acumular riqueza de manera exponencial. Así, el Estado del Bienestar, que fue una de las conquistas más importantes del siglo XX en muchos países desarrollados, fue socavado de manera sistemática por las políticas neoliberales. Los sistemas de seguridad social, los derechos laborales y los servicios públicos universales fueron reducidos o privatizados, transfiriendo la responsabilidad del bienestar individual de vuelta a los ciudadanos y al mercado, lo que exacerbó las desigualdades sociales y económicas.

A mayores, el neoliberalismo no solo ha impactado la economía, sino también la política democrática. La concentración de riqueza que ha generado ha llevado a una concentración de poder político en manos de unas pocas élites económicas. En efecto, en muchos países, las corporaciones y los grupos de interés privados tienen una influencia desproporcionada sobre las políticas públicas, lo que ha llevado a un vaciamiento de la democracia. Tampoco han sido escasas las democracias que han ido transformándose en democracias capturadas, donde los intereses corporativos tienen más peso que las necesidades de los ciudadanos, generando una profunda crisis de representación, de ahí que no pocos ciudadanos sienten que los partidos políticos tradicionales ya no representan sus intereses, lo que ha llevado a un aumento de la desconfianza en las instituciones democráticas y al auge de movimientos populistas como respuesta a la percepción de que el sistema político está desconectado de las necesidades reales de la población. De hecho, resulta un lugar común de los líderes populistas, cargados de retórica, el reunir esta desafección prometiendo romper con las élites y devolver el poder al "pueblo", dado lugar a regímenes autoritarios que han agravado la crisis política.

Por otro lado, el neoliberalismo también ha promovido una reducción del espacio de deliberación pública. Al promover una visión individualista de la sociedad, ha debilitado los lazos comunitarios y ha reducido la participación cívica. Los medios de comunicación, que han sido progresivamente controlados por grandes corporaciones, han contribuido a crear una cultura de la in-

mediatez y el consumo que ha desincentivado la participación política activa. Además, la globalización neoliberal ha exacerbado las desigualdades entre los países ricos y pobres, pues mientras que los países desarrollados han cosechado los beneficios del comercio internacional y la libre circulación de capitales, los países en desarrollo han quedado atrapados en una trampa de dependencia económica. Así, las economías del sur global se han vuelto dependientes de las exportaciones de materias primas que están sujetas a la volatilidad de los mercados globales mientras que los sectores industriales y agrícolas han sido diezmados por la competencia desleal de las empresas transnacionales.

En este sentido, el neoliberalismo global ha consolidado un orden mundial asimétrico, donde las potencias económicas del norte global imponen sus políticas a los países del sur global, perpetuando una estructura de explotación neocolonial que reproduce las dinámicas de poder y dominación que han caracterizado la historia del capitalismo.

Por tanto, la crisis política generada por el neoliberalismo ha desembocado en una policrisis global, donde las múltiples crisis interconectadas —económica, ecológica, social y política— se retroalimentan entre sí, amenazando con desestabilizar por completo el orden global. El desmantelamiento del Estado, la privatización de los servicios públicos, la desregulación financiera y la captura de las democracias por las élites económicas han creado un entorno donde las instituciones son incapaces de gestionar las crisis. Así, por ejemplo, el calentamiento global no puede abordarse eficazmente en un contexto donde los intereses de las empresas de combustibles fósiles dictan las políticas energéticas. Del mismo modo, las crecientes desigualdades económicas no pueden reducirse en un sistema que favorece la acumulación de riqueza por parte de una minoría.

La crisis política es, en definitiva, una manifestación de un sistema capitalista que ha perdido su capacidad para autorregularse y que está conduciendo al planeta hacia el colapso. Para superar esta crisis, resulta conveniente un auténtico cambio de paradigma que cuestione los principios fundamentales

del neoliberalismo, lo que conlleva una revalorización del papel del Estado como garante de los derechos sociales, una reconstrucción de la democracia basada en la participación ciudadana y la redistribución del poder económico y político tanto a nivel nacional como internacional.

3.1.4. La Crisis de Sentido (El Desplazamiento de los Valores Humanos)

Una última dimensión que caracteriza y da forma a la policrisis es lo que se podría denominar una "crisis de sentido". El capitalismo neoliberal, al promover un enfoque individualista y mercantilista de la vida, ha desplazado los valores comunitarios y ha erosionado el sentido de propósito colectivo. El crecimiento económico se ha convertido en el único indicador del éxito social, mientras que los valores éticos y las preocupaciones por el bienestar común han sido relegados a un segundo plano, lo cual ha llevado a una crisis existencial en la que muchas personas sienten que sus vidas carecen de sentido y que están atrapadas en un sistema que no les ofrece un futuro digno.

La Crisis de Sentido, entendida como el desplazamiento de los valores humanos en un contexto capitalista globalizado y tecnológicamente avanzado, es uno de los factores subyacentes más profundos y no tan discutido como los anteriores en el marco de la policrisis contemporánea. Aunque los enfoques comúnmente analizados de la crisis global tienden a centrarse en cuestiones estructurales como la economía, el medio ambiente o la política, conviene hacer notar que el colapso de los valores humanos y la pérdida de un sentido compartido de propósito y dirección son fundamentales para entender el origen y la complejidad de las crisis actuales, pues la erosión de los valores no es solo un síntoma, sino una causa importante de las crisis múltiples que enfrentamos: crisis ecológicas, económicas, sociales y políticas que están profundamente entrelazadas con la desconexión ética y moral que predomina en el sistema capitalista.

Como es generalmente aceptado, el capitalismo moderno ha sido, desde sus inicios, un motor de cambio material y cultural sin precedentes. La pro-

SESIÓN ACADÉMICA

mesa de progreso, eficiencia, acumulación de riqueza y bienestar material ha definido el imaginario de las sociedades occidentales y, eventualmente, globales. Sin embargo, este mismo sistema ha dejado un vacío significativo en los ámbitos más profundos de la vida humana: el sentido del ser, el propósito común y la trascendencia.

En el contexto de la policrisis, la modernidad capitalista ha promovido un modelo de vida basado en la individualización extrema, la competencia sin límites, y la mercantilización de todas las esferas de la vida, incluyendo las relaciones humanas, el tiempo y la naturaleza. La consecuencia ha sido el surgimiento de un vacío existencial que se manifiesta en múltiples formas: alienación, crisis de identidad, deterioro de las relaciones interpersonales, ansiedad generalizada, y la erosión de los valores colectivos que solían proporcionar un sentido de pertenencia y significado a la existencia humana.

El sociólogo y filósofo polaco Zygmunt Bauman, con su concepto de modernidad líquida ¹³, describía este fenómeno de manera aguda: las antiguas certidumbres y valores, que estructuraban la vida de las comunidades tradicionales, han sido desmanteladas por un capitalismo que favorece el flujo constante y el cambio permanente. En esta sociedad líquida, los valores éticos y espirituales que anteriormente guiaban las decisiones individuales y colectivas han sido reemplazados por el consumo y la acumulación, con lo que el ser humano se convierte en un "consumidor" y su identidad está determinada por lo que posee o por el estatus que puede alcanzar en un mercado competitivo. Así, el sentido de la vida se desmorona y, en su lugar, surge una crisis de sentido generalizada.

Resulta difícil dudar entonces de que es el capitalismo neoliberal, en su versión más extrema, ha acelerado este proceso de vaciamiento del sentido al transformar casi todas las dimensiones de la vida humana en un bien intercambiable, pues, los valores intrínsecos como la solidaridad, la compasión, el bien común o la búsqueda de un propósito colectivo han sido subordinados al

¹³ Bauman, Z. (2003) Modernidad líquida. México: Fondo de Cultura Económica.

imperativo del crecimiento económico y la acumulación de riqueza, lo cual ha tenido consecuencias devastadoras para la cohesión social y los sistemas de valores humanos. Así, el neoliberalismo ha impulsado una visión del mundo en la que el valor de un individuo se mide casi exclusivamente por su capacidad de generar capital. Los seres humanos ya no se valoran por su dignidad intrínseca, sino por su utilidad en un sistema de producción y consumo. Este desplazamiento de los valores humanos ha generado una crisis de sentido, ya que muchos individuos sienten que sus vidas carecen de propósito más allá de la función económica que cumplen en el sistema. Con todo, lo peor es que tal sentimiento de alienación se profundiza a medida que las instituciones tradicionales, como la familia, la religión, la educación y la política, pierden su capacidad de proporcionar un marco ético y moral coherente para la vida diaria.

En lugar de buscar formas de desarrollo humano integral, el capitalismo neoliberal ha promovido la idea de que el bienestar material es el único objetivo deseable. Este enfoque ha marginado otros aspectos esenciales de la existencia humana, como la conexión con la naturaleza, el crecimiento espiritual y el cuidado de los demás. En este contexto, la crisis de sentido no es solo un subproducto accidental del capitalismo, sino una consecuencia directa de sus principios fundamentales.

Además, con el advenimiento de la digitalización y la economía del conocimiento, tal crisis de sentido ha adquirido nuevas dimensiones, pues, aun cuando han generado enormes avances en cuanto a eficiencia y conectividad, también llevan consigo una alícuota en la aceleración del desplazamiento de los valores humanos. Así, las plataformas digitales, abarrotadas de *nudges* (paternalismo libertario) para maximizar la interacción y el consumo, han transformado nuestras relaciones interpersonales y nuestra comprensión del mundo. De hecho, en lugar de promover una mayor empatía o conexión humana, las tecnologías digitales a menudo refuerzan el individualismo, la superficialidad y el consumo vacío de experiencias. En particular, las redes sociales han contribuido a la creación de una economía de la atención donde

el valor de una persona se mide por la cantidad de seguidores, "me gusta" o interacciones que puede generar. Esta "economía" no solo despoja a las relaciones humanas de su autenticidad, sino que refuerza la idea de que el valor humano es una cuestión de visibilidad y popularidad, más que de dignidad o propósito intrínseco. Entonces, a medida que las personas pasan más tiempo en entornos virtuales, desconectadas de la naturaleza, de las relaciones profundas y de las comunidades físicas, el vacío existencial se amplía. El acceso constante a información y entretenimiento, si bien puede parecer un recurso positivo, puede generar saturación cognitiva y una pérdida de la capacidad de reflexión profunda. La digitalización también ha exacerbado las desigualdades sociales, al crear una brecha entre aquellos que tienen acceso a las herramientas y recursos tecnológicos avanzados, y aquellos que quedan marginados en la periferia digital.

En este sentido, también es posible comprobar como la crisis ecológica es, en muchos sentidos, un reflejo de la crisis de sentido que afecta al mundo capitalista moderno. La destrucción del medio ambiente y la explotación insostenible de los recursos naturales no son simplemente problemas técnicos o económicos; son síntomas de un sistema de valores profundamente defectuoso, que en vez de ver a la naturaleza como un bien común que debe ser protegido y cuidado, el capitalismo la ha convertido en un recurso más que puede ser explotado en nombre del crecimiento económico. De hecho, tanto la desconexión entre los seres humanos y su entorno como el desprecio por la naturaleza están estrechamente vinculados al desplazamiento de los valores humanos, pues en lugar de reconocer la interdependencia entre los seres humanos y el mundo natural, el capitalismo ha fomentado una visión extractivista, en la que la naturaleza es vista como algo separado de la humanidad y, por ende, algo que puede ser controlado y explotado. Y de esta forma es fácil arribar a la degradación de los ecosistemas, el calentamiento global y la pérdida de biodiversidad, lo que a su vez ha exacerbado las crisis sociales y económicas.

Sin embargo, conviene tener en cuenta que la crisis de sentido no es inevitable. A pesar de las fuerzas destructivas que el capitalismo ha desatado sobre los valores humanos, todavía caben ciertas esperanzas de un espacio para una renovación ética y moral que pueda ofrecer alternativas. Para superar la policrisis, es crucial reconocer que la alienación, la desconexión y el vacío existencial no son problemas menores o periféricos, sino factores centrales que debemos abordar con la misma urgencia que las crisis económicas y ecológicas. Solo a través de una revalorización de los valores humanos podemos encontrar soluciones que no solo resuelvan los problemas técnicos del mundo moderno, sino que también ofrezcan un camino hacia una vida más plena, significativa y sostenible. En efecto, para imponerse a la crisis de sentido, es esencial tanto promover una revalorización de los valores intrínsecos y de las formas de vida que fomenten la solidaridad, el bien común, y la conexión profunda con los demás y con la naturaleza, como adoptar una visión del mundo que vea al ser humano como parte integral de los ecosistemas, en lugar de como su dueño o explotador. Este cambio de paradigma es necesario no solo para abordar la crisis ecológica, sino también para recuperar un sentido de propósito compartido que trascienda las divisiones económicas, políticas y sociales, tal como se propugna en el desiderátum de la Escuela de Economía Humanista de Barcelona liderada por Jaime Gil Aluja.

3.2. Hacia Nuevos Modelos de Desarrollo: Alternativas al Capitalismo

Ante la evidencia de que el capitalismo está fallando en responder adecuadamente a las crisis globales, han surgido propuestas de modelos alternativos que buscan integrar los principios de sostenibilidad, equidad y justicia social. Estos modelos sugieren que es posible construir un sistema económico que funcione dentro de los límites ecológicos del planeta y que, al mismo tiempo, garantice una distribución más justa de la riqueza.

3.2.1. El sistema económico de la digitalización: El Argocapitalismo:

3.2.1.1. El Argocapitalismo: definición y características

Como es conocido, la "digitalización" ¹⁴, entendida como la continua convergencia de lo real y el mundo virtual, es uno de los principales motores de alteridad que ha transformado la forma en que interactuamos con nuestro entorno, ha cambiado radicalmente la forma en que las personas viven y trabajan, cómo y en qué mercados operan las empresas y las formas en que los gobiernos interactúan con los ciudadanos. Esto trae consigo muchas oportunidades, así como nuevos desafíos. A medida que los gobiernos y el sector privado pasan cada vez más de la prestación de servicios fuera de línea a la prestación en línea, el acceso y el uso eficaz de la digitalización se vuelve fundamental para la igualdad de oportunidades y la inclusión, pues, la digitalización donde, cada vez más, las instituciones son sustituidas por la negociación algorítmica, tiene el potencial de transmutar radicalmente la ciencia, la sociedad, la economía y todas nuestras instituciones actuales (López González, 2018: 12)¹⁵: la manera en que educamos (educación personalizada), o investi-

¹⁴ Lamentablemente nuestro Diccionario de la Real Academia de la Lengua de España (RAE) registra la palabra digitalización como «acción y efecto de digitalizar» y, a su vez, la palabra digitalizar como «expresar datos en forma digital», mientras que el Diccionario Inglés de Oxford (OED) si difiere explícitamente, dado el valor analítico fundamental que tal distinción conlleva, los términos "digitization" y "digitalization". En el OED, la "digitization" hace referencia a "la acción o el proceso de "digitizing": "la conversión de datos analógicos (ya sean imágenes, vídeo o texto) en forma digital". "Digitalization", por el contrario, se refiere a "la adopción o el aumento en el uso de la tecnología digital o el ordenador por una organización, la industria, el país, etc.". Dos letras marcan una diferencia sustancial. La digitalización va más allá de la digitización, al aprovechar la tecnología de información digital para transformar por completo los procesos de un negocio o actividad: evaluar, reingeniería y reimaginar la forma en que se genera valor. Esto es, la digitización es una conversión de datos y procesos, la digitalización es una transformación, el proceso de pasar a un negocio o actividad digital. La digitalización, además de digitizar los datos existentes, abarca la capacidad de la tecnología digital para recopilar datos, establecer tendencias y tomar mejores decisiones. Así, por ejemplo, un documento se puede digitizar mientras que una fábrica se puede digitalizar.

¹⁵ López-González, E. (2018). Hic Sunt Leones': el futuro del dinero. De la digitalización a la tokenización de la economía. Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras (RACEF), Barcelona. Accesible en https://racef.es/archivos/discursos/247 18.pdf

gamos (análisis predictivo de datos masivos), cómo nos movemos (coche sin conductor), la forma en que producimos (fabricación aditiva), cómo vamos de compras, cómo buscamos empleo o viajamos. Pero también su influencia se percibe en cómo podemos prever el clima o movimientos sísmicos (polvo inteligente), cómo nos curamos (medicina personalizada) e, incluso, en la política (participación ciudadana) y también en el conjunto de la economía.

En efecto, la digitalización constituye la principal fuerza impulsora de la innovación y la radical mudanza acontecida en la economía política en este inicio de Siglo XXI. De hecho, la digitalización plantea la emergencia de un nuevo orden económico, que me he atrevido a denominar "Argocapitalismo" ¹⁶ entendido como toda la serie de cambios culturales, laborales y de tecnología profundos y coordinados que permiten nuevos modelos operativos basados en datos que transforman las operaciones, la dirección estratégica y la propuesta de valor meta-personalizada de una institución. (Figura 2)



Figura 2. Hoja de Ruta hacia el Argocapitalismo

(Fuente: Elaboración propia)

¹⁶ López González, E. (2020). El argocapitalismo en la era del acercamiento digital. Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras (RACEF), Barcelona. Accesible en https://racef.es/archivos/discursos/discurso ingreso dr. enrique lopez 2020.pdf

El basamento etimológico del prefijo "argo" como calificativo de este nuevo capitalismo, se apoya en un epónimo dual, pues, como en la Luna o en las monedas, cabe considerar dos caras o perspectivas, a saber:

Por un lado, la cara, predictiva o anticipadora de comportamientos a través del manejo de datos, que está inspirada en el mito griego de Jasón y los argonautas que navegaron a la búsqueda del vellocino de oro en "la Argo", la fabulosa nave pentecontera cuya proa, construida con madera de Dodona, tenía el don del habla y de la profecía.

Y, por otro lado, la cruz, panóptica o de vigilancia vinculada a la extracción de datos, que se inspira en el mito griego de Argos Panoptes, "el que todo lo ve".

Como se ha indicado, con la digitalización emerge un nuevo orden económico, el Argocapitalismo, donde los datos, las auténticas células de la economía digital, son una forma de capital, de igual nivel que el capital económico o el financiero, en términos de generar nuevos productos y servicios digitales. No extraña entonces que, si bien en la actualidad se acepta que los algoritmos son uno de los principales motores de la vida económica y social, resulta fácil convenir en que los datos son el combustible, la electricidad, que los hace funcionar. Bajo la nueva lógica formal del capitalismo, el valor se encuentra en los datos, siendo la recopilación y circulación de datos el elemento central que lo caracteriza, la nueva ecuación que conlleva la transformación digital del sistema económico, esto es, los datos son el capital.

Entender los datos como una forma de capital propicia poder analizar mejor el significado, las prácticas y las implicaciones del régimen político económico derivado de la digitalización, esto es, la naturaleza y la dinámica del argocapitalismo. Así, en lugar de que la recolección de datos sea vista simplemente como una forma de producir materias primas que de alguna manera se convierten en valor monetario, la dateación se configura como un régimen

político económico impulsado por la lógica de la acumulación y circulación perpetua de capital. Precisamente, es aquí donde radica una de las ideas centrales que inspiran a los argocapitalistas: sea cual sea el producto que se fabrique en la actualidad, conviene examinarlo como una proporción de átomos a bits. La cuestión que se plantean es sencilla: ¿Hay una forma de digitalizar la información que la cosa lleva y entregarla como un servicio a través de un teléfono inteligente o dispositivo conectado? Y así, los argocapitalistas, "fanáticos de los datos", se enfocan con denuedo en "ver los datos que no estaban allí" e imaginar nuevas formas de capturarlos y usarlos. Este es el arte de la digitalización y la creación de datos (Figura 3).

De hecho, si hay algo que diferencia particularmente a los argocapitalistas es su denuedo (en ocasiones excesivo pecando de exceso de vigilancia) por conocer a sus usuarios, esto es, grabar cada acción, cada huella de la acción digital de los usuarios, junto con las metodologías de Big Data y análisis predictivos de datos, se presentan como el santo grial tecnológico que permitirá a los responsables de gestión pronosticar con precisión las demandas de los consumidores, mejorar la prestación de servicios al cliente, aumentar el valor del cliente y aumentar y liderar la cuota de participación de mercado.

No obstante, si bien ese enfoque puede proporcionar imágenes asombrosamente detalladas de algunos aspectos de sus mercados, tales retratos están lejos de ser completos, ya que es posible predecir el próximo clic o la compra de un cliente, pero difícilmente ninguna cantidad de datos cuantitativos puede decir por qué hizo ese clic o compra. Sin tal información, las empresas no pueden cerrar la brecha de complejidad. Esto es, en la prisa por reducir a los consumidores a cadenas de unos y ceros se puede perder de vista el factor humano. Los consumidores son personas, después de todo, cuyo comportamiento a menudo pudiera calificarse de irracional.

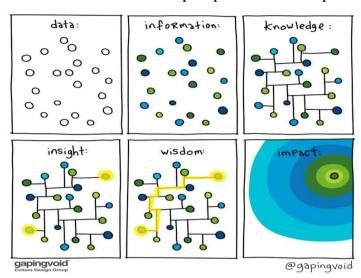


Figura 3. Relaciones entre datos-información-conocimiento-percepción-sabiduría-impacto ¹⁷

Las empresas, y no pocas instituciones del ámbito público, necesitan también datos profundos, necesitan saber cómo un producto o servicio encaja en la vida emocional de sus clientes. En esencia, todo negocio consiste en apostar por el comportamiento humano. Se trata de conocer lo que las personas hacen, pero también es oportuno estar al tanto de por qué lo hacen. ¿Qué producto es más probable que se venda, qué empleado es más probable que tenga éxito, qué precio está dispuesto a pagar un cliente? Las empresas que despuntan en hacer este tipo de "apuestas" tienden a progresar en el mercado mientras que la falta de conocimiento del cliente es asumida generalmente como uno de los mayores déficits en la gestión de la complejidad. No es extraño entonces que los responsables de gestión prioricen la obtención de conocimientos del cliente muy por encima de otras tareas relacionadas con la toma de decisiones. Incluso, la "obsesión por el cliente" es comúnmente clasificada como el rasgo de liderazgo más crítico.

¹⁷ Fuente: https://www.gapingvoid.com/content/uploads/2019/03/data-information-knowledge-insight-wisdom-impact.jpg

Por tanto, resulta de fácil generalización asumir que los argocapitalistas, a través de su refinería de datos (la metapersonalización basada en datos), saben "cosas" sobre los usuarios o consumidores que ni siquiera ellos conocen o se imaginan de sí mismos. Así, los argocapitalistas se enfocan "con vehemencia fanática" en la mejor creación y curación de contenido y en dar a conocer el servicio personalizado que pueden brindar a sus clientes. De hecho, los argocapitalistas están desarrollando sistemas que pueden agrupar y analizar datos estructurados y no estructurados, masivos y profundos, con algoritmos que pueden identificar patrones y tendencias de comportamiento del cliente y análisis para introducir esta información en un panel conveniente.

Por otro lado, y como es sabido, la empatía, la capacidad de relacionarse con las emociones de otra persona y comprenderlas, es la base de las relaciones sólidas entre personas. Comprender las señales sociales y adaptarse a ellas es la forma en que las personas generan confianza, pero esto no resulta sencillo de llevar a cabo digitalmente o a escala. Los argocapitalistas emplean una panoplia de herramientas sofisticadas que manejan BaT Data ¹⁸ para propiciar eso, o al menos mejorar significativamente la lectura y la reacción a las señales emocionales, posibilitando entonces poder comunicarse con los clientes de una forma que esté vinculada a estados de ánimo específicos, recomendando promociones específicas que coincidan con el estado de ánimo concreto.

A tenor de lo mencionado, parece evidente que la forma en que las empresas manejan los datos se convierte en un punto de diferenciación y una fuente de ventaja competitiva: los beneficios proporcionados por la analítica predictiva de datos, masivos y profundos (BATdata), basados en la recopilación de datos en tiempo real, impulsan que la metapersonalización sea considerada más allá de una opción. La metapersonalización captura datos en tiempo real y trata de brindar una experiencia "perfecta" al cliente al reconocer sus puntos

¹⁸ López-González, E. (2021). Argocapitalismo y multinter:net: hacia nuevas competencias del trabajo futuro en una economía impulsada por datos. En La nueva economía después del SARS-CoV-2. Realidades y revolución tecnológica. XVI Acto Internacional / Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras (173-221). Accesible en https://racef.es/archivos/publicaciones/web_racef_ms72_22.pdf

débiles y ofrecer las mejores soluciones, para lo cual se precisa analizar los datos y el comportamiento de los clientes y mostrarles a los clientes potenciales que los cuida personalmente y reconoce sus necesidades y puntos débiles únicos. Por tanto, puede conducir a resultados comerciales mucho mejores a través de conversiones más altas, un aumento positivo en las compras en línea y, lo que es más importante, niveles más altos de participación y retención de la marca. No obstante, ceñirse a la información excesiva (panóptica o capitalismo de vigilancia) de los clientes puede dañar la experiencia del cliente. Las tácticas correctas y conocer una delgada línea entre el uso excesivo de datos personales y el uso correcto de datos ayudan a las empresas a evitar prácticas de personalización deficientes. De ahí que la metapersonalización de datos ordenada, relevante y oportuna resulte estratégica para definir cómo las empresas utilizan esta estrategia para mejorar la experiencia del cliente y, así, emulando uno de los versos que Juan Ramón Jiménez¹⁹ publicó cuarenta años antes de recibir el premio Nobel, dar "nombre" a la emergencia de un nuevo orden económico, el argocapitalismo.

3.2.1.2. El Argocapitalismo y la innovación regulatoria

En el apartado anterior se plantea una ambigüedad fundamental: por un lado, el argocapitalismo representa una intensificación de las dinámicas explotadoras del capitalismo en su forma más avanzada, pero, por otro, la misma digitalización abre la posibilidad de una resistencia y reorganización social. Las tecnologías digitales pueden ser utilizadas para descentralizar la producción y distribución de recursos, creando redes de cooperación local y global que desafíen la lógica extractivista y capitalista.

Surge así la necesidad de considerar la implicación de la tecnología regulatoria en este ámbito. El concepto de tecnología regulatoria (RegTech) hace referencia a la utilización de tecnologías avanzadas, como inteligencia artificial (IA), blockchain, análisis de big data, machine learning y cloud compu-

^{19 ¡}Inteligencia, dame / el nombre exacto de las cosas! (conocido metapoema con el que se abre *Eternidades* (1917) de Juan Ramón Jiménez)

ting, para optimizar y mejorar los procesos regulatorios y de cumplimiento normativo.

Como se indicó, en el argocapitalismo los datos y la información son los nuevos bienes más preciados, por lo que la RegTech puede jugar un papel clave, al prestar su ayuda para gestionar el inmenso volumen de datos y la complejidad de los mercados digitales que, de otro modo, resultan casi inabarcables. En efecto, uno de los principales desafíos del argocapitalismo es el control y regulación del flujo de datos, tanto a nivel nacional como internacional. Los argocapitalistas, en especial las empresas tecnológicas gigantes controlan infraestructuras de información globales, lo que plantea enormes retos regulatorios. Aquí es donde la RegTech emerge como una herramienta indispensable para monitorear y regular estas plataformas, asegurando que no actúen como monopolios o que violen la privacidad de los usuarios. No obstante, conviene observar que la RegTech no solo es reactiva (en términos de cumplimiento y monitoreo), sino que puede ser proactiva, promoviendo marcos de gobernanza digital que fomenten la transparencia y la equidad en el uso y acceso al conocimiento.

En este contexto, el argocapitalismo y la RegTech pueden trabajar en conjunto para democratizar el acceso a la información y garantizar que el conocimiento generado no sea monopolizado por una élite tecnológica. Un enfoque crítico que entonces puede resultar de gran interés radica en determinar cómo la RegTech también puede ser utilizada para reforzar las desigualdades de poder, pues, aun cuando en teoría tiene el potencial de crear sistemas de monitoreo más equitativos, su desarrollo y uso pueden ser capturados por las mismas corporaciones y gobiernos que buscan maximizar el control sobre el flujo de conocimiento. En este sentido, el argocapitalismo puede ser una herramienta de liberación, pero también de consolidación del poder por parte de aquellos que controlan las tecnologías subyacentes.

El argocapitalismo está marcado por un cambio fundamental en el valor económico, que ahora reside en la capacidad de generar, procesar y aplicar

información, lo que plantea desafíos enormes en términos de regulación, ya que muchas de las reglas y estructuras regulatorias tradicionales se crearon en una economía basada en la producción física y el capital tangible. En efecto, la transición hacia la digitalización ha desplazado el valor hacia lo intangible: los datos, el software, las patentes y el conocimiento especializado. A medida que este conocimiento se convierte en el principal motor de crecimiento económico, las tecnologías de regulación deben evolucionar a la par. Así, es fácilmente comprobable que los argocapitalistas se han consolidado como verdaderos monopolios de la información, capaces de influir no solo en mercados, sino también en procesos democráticos, políticas públicas y derechos fundamentales. La capacidad de regular este poder mediante herramientas RegTech será uno de los desafíos clave de las próximas décadas.

Desde una perspectiva crítica, el argocapitalismo puede reproducir las mismas lógicas extractivas que el capitalismo industrial, solo que esta vez en el ámbito de la extracción de datos y conocimiento intelectual. Así como en el pasado el colonialismo explotaba los recursos naturales del Sur Global, hoy las potencias tecnológicas extraen datos y conocimiento sin pagar compensaciones justas o compartir los beneficios de esa información con las comunidades de donde proviene. Precisamente, es aquí donde la RegTech debe jugar un rol crucial, ya que podría ser un mediador para equilibrar estas asimetrías de poder, proporcionando herramientas que monitoreen la justicia de datos y promuevan la economía colaborativa del conocimiento.

Un ejemplo de cómo la RegTech podría reconfigurar el argocapitalismo es a través de la creación de plataformas de gobernanza digital multilateral, en las cuales las comunidades tienen el poder de decidir cómo se utilizan sus datos y se benefician de ellos. Esto es esencial para contrarrestar los efectos del monopolio digital y garantizar que los beneficios de la digitalización se distribuyan de forma justa. Los gobiernos, por su parte, podrían implementar marcos normativos que obliguen a los argocapitalistas a ser más transparentes y responsables ante las comunidades a las que sirven.

Por otro lado, cabe observar que la dualidad sugerida en el propio término de argocapitalismo nos remite a un modelo económico que vincula el capitalismo contemporáneo con estructuras arcaicas de poder, extractivismo y acumulación de capital, donde se desplaza desde lo material (recursos físicos) hacia lo intangible (datos, ideas, conocimiento). Así, el argocapitalismo describe una nueva forma de extracción de recursos que, en lugar de extraer materias primas como lo hacía el colonialismo tradicional, extrae afanosamente datos, propiedad intelectual y conocimiento humano a través de las plataformas digitales. Las empresas tecnológicas y financieras se benefician de la innovación generada en todo el mundo, pero a menudo las comunidades, individuos o países que contribuyen con sus datos o conocimientos no son recompensados de forma justa. Este proceso puede entenderse como un nuevo colonialismo digital, en el que, como antes se citó, los datos se han convertido en el nuevo "oro" y los argocapitalistas en las potencias coloniales modernas.

Por tanto, cabe esperar que la RegTech pueda jugar un papel fundamental, utilizando herramientas avanzadas de monitoreo y regulación para redistribuir el valor generado por el conocimiento. Por ejemplo, la tecnología blockchain podría utilizarse para asegurar que los datos generados en cualquier parte del mundo se utilicen de forma justa y equitativa, garantizando que las comunidades que generan esos datos reciban una compensación adecuada. Esto requeriría una regulación innovadora y global, que permita que la tecnología digital no sea un vehículo de explotación, sino una herramienta para empoderar a las comunidades. Sin embargo, como ya se mencionó anteriormente, el riesgo está en que la propia RegTech podría ser cooptada por las mismas fuerzas que perpetúan las desigualdades estructurales del capitalismo digital. De no existir un control democrático y una gobernanza global justa, las herramientas tecnológicas avanzadas podrían reforzar aún más las dinámicas de extracción, acumulación y concentración de poder que han caracterizado al capitalismo a lo largo de su historia, de ahí que la regulación del conocimiento digital y su gobernanza son clave para el futuro de la humanidad en el siglo XXI.

Por tanto, para que el argocapitalismo no se convierta en una herramienta de dominación y exclusión, se precisa, a nivel planetario, todo un cambio estructural hacia marcos regulatorios inclusivos y colaborativos que aseguren una redistribución justa del valor del conocimiento, esto es, frente a los monopolios digitales se apremia la necesidad de plataformas de conocimiento compartido que permitan a las comunidades, gobiernos y organizaciones colaborar en la creación de soluciones globales para los problemas del siglo XXI, desde el calentamiento global hasta la pobreza. Así, la RegTech, si se implementa correctamente, puede ser una herramienta poderosa para facilitar este proceso, ayudando a los reguladores a crear marcos transparentes y democráticos que aseguren que el valor del conocimiento sea distribuido de forma equitativa y sostenible.

De acuerdo con lo anterior, la integración de la digitalización del conocimiento y su regulación tecnológica es clave para el futuro del capitalismo global, por lo que no deben ser vistas como herramientas de dominación, sino como oportunidades para reimaginar un futuro más justo, donde el conocimiento no sea monopolizado, sino compartido y distribuido como un bien común global, lo cual requiere una regulación activa, innovadora y democrática que promueva la equidad y la justicia en la nueva economía digital.

La regulación del argocapitalismo no solo debería constreñirse en el cumplimiento normativo tradicional, sino también en crear nuevos marcos para la redistribución equitativa del valor del conocimiento en el mundo digital. Las tecnologías de regulación deben facilitar la democratización del conocimiento y prevenir la consolidación de poder en manos de unos pocos actores privados. En última instancia, lo que está en juego no es solo cómo regulamos el flujo de datos o gestionamos la digitalización, sino cómo podemos utilizar estas herramientas para construir una sociedad más justa y equitativa, donde el conocimiento sea tratado como un bien común y no como una mercancía más en el mercado global.

3.2.2. La Economía del Conocimiento

La Economía del Conocimiento es un concepto que ha ganado una relevancia creciente en las últimas décadas, a medida que las sociedades han pasado de depender de la producción industrial tradicional a un sistema económico en el que el valor está cada vez más determinado por la generación, distribución y uso del conocimiento. Este paradigma plantea una ruptura radical con los enfoques económicos clásicos, y sitúa el saber, la innovación, la educación y la información en el centro del desarrollo económico. Sin embargo, el concepto también suscita importantes cuestionamientos críticos sobre la equidad, el acceso y las implicaciones éticas de un sistema que puede profundizar desigualdades ya existentes o crear nuevas formas de exclusión.

El concepto de Economía del Conocimiento se popularizó a finales del siglo pasado, cuando el crecimiento económico comenzó a depender en mayor medida de industrias relacionadas con la tecnología, la investigación científica y la innovación, en lugar de los sectores industriales tradicionales. El laureado premio nobel Paul Romer ²⁰, uno de los pioneros de la teoría del crecimiento endógeno, fue clave en la articulación de esta idea al argumentar que el conocimiento, como insumo, tenía propiedades únicas: mientras que los bienes físicos son rivales (el consumo de uno excluye a otro), el conocimiento es no rival y no excluyente, lo que significa que puede ser compartido sin perder su valor y puede generar externalidades positivas que impulsan la innovación y el progreso en otros sectores, esto es, el valor económico ya no reside únicamente en los bienes tangibles, sino en las ideas, los datos y las capacidades para transformar el conocimiento en aplicaciones tecnológicas o industriales. Sectores como las tecnologías de la información, la biotecnología, la nanotecnología, el desarrollo de software, los medios digitales y el sector de servicios intelectuales se han convertido en pilares centrales de la economía global.

En este contexto, las empresas más valiosas del mundo no son aquellas que poseen fábricas o infraestructuras físicas, sino aquellas que controlan flu-

²⁰ https://www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/2018/romer/lecture/

jos masivos de información y datos, como Google, Amazon, Facebook, Apple, Microsoft o Netflix, que como se mencionó antes he denominado "los argocapitalistas". Lo cual suscita a su vez uno de los retos más significativos que plantea la Economía del Conocimiento al tratar de responder a cómo encaja dentro de la narrativa del capitaloceno, pues, si bien el conocimiento es un recurso que, en teoría, es inagotable, su distribución y acceso son sumamente desiguales, ya que a concentración de conocimiento en ciertas regiones geográficas o en manos de unas pocas corporaciones plantea graves problemas de equidad y justicia global.

La brecha digital es un ejemplo claro de cómo la Economía del Conocimiento puede perpetuar desigualdades preexistentes, pues mientras que los países desarrollados han podido capitalizar la expansión de la tecnología y la innovación, los países en desarrollo, o aquellos con acceso limitado a la tecnología, corren el riesgo de quedarse aún más atrás. La falta de infraestructura, educación adecuada y acceso a internet son barreras importantes que limitan la capacidad de muchas regiones del mundo para participar de forma equitativa en la Economía del Conocimiento, lo cual plantea un problema estructural, ya que mientras una parte de la población mundial está accediendo a los beneficios de la digitalización y la innovación, otra gran parte no tiene siquiera las herramientas básicas para competir en esta nueva economía. Además, el control del conocimiento está cada vez más concentrado en manos de grandes corporaciones tecnológicas. Estas empresas, al monopolizar los datos y la información, tienen la capacidad de influir no solo en el mercado, sino también en la cultura, la política y la dinámica social. La propiedad intelectual, como las patentes y los derechos de autor, que en principio deberían proteger la innovación, pueden convertirse en mecanismos que refuerzan esta concentración de poder, limitando el acceso a descubrimientos científicos y avances tecnológicos que podrían beneficiar a toda la sociedad.

Por otro lado, a pesar de que la innovación tecnológica tiene el potencial de ofrecer soluciones a muchos de los problemas globales —como el cambio climático, la escasez de recursos o las pandemias—, el ritmo al que se están

produciendo las crisis parece estar superando la capacidad de respuesta de la innovación tecnológica. Un ejemplo de esto es la crisis climática, pues, aunque la tecnología ha permitido avances en energías renovables, eficiencia energética y soluciones para la mitigación del cambio climático, estas innovaciones no han sido suficientes para contrarrestar el daño causado por el sistema económico dominante. Incluso, el crecimiento de la Economía del Conocimiento vinculado a la expansión del argocapitalismo, aunque aparentemente "inmaterial", tiene un impacto ambiental negativo significativo, pues el empleo de grandes cantidades de energía (y agua) para alimentar los centros de datos, la extracción de minerales raros para la fabricación de dispositivos tecnológicos y la creciente producción de desechos electrónicos son solo algunos ejemplos de cómo la Economía del Conocimiento contribuye con su alícuota a la crisis ecológica. De ahí que una cuestión central en la Economía del Conocimiento es cómo equilibrar el impulso por la innovación con la necesidad de sostenibilidad. En este sentido, cabría convenir que la innovación tecnológica debe ser orientada no solo hacia la creación de productos más eficientes o nuevos mercados, sino hacia la resolución de problemas globales de forma ética y equitativa.

A tenor de lo anterior, cabe señalar que una de las críticas más relevantes al enfoque dominante de la Economía del Conocimiento es que no ha logrado democratizar adecuadamente el acceso al conocimiento. El conocimiento y los datos, aunque teóricamente inagotables y compartibles, a menudo están encerrados detrás de barreras como patentes, derechos de propiedad intelectual o plataformas privadas que limitan su acceso a quienes no pueden pagar por él. Esto ha llevado a la creación de monopolios del conocimiento que refuerzan la desigualdad económica y social, lo cual ha suscitado que el enfoque actual debe desplazarse hacia la concepción del conocimiento como un bien común, gestionado de forma colectiva y accesible para todos, esto es, que el conocimiento no es propiedad exclusiva de las empresas o individuos, sino que pertenece a la sociedad en su conjunto y debe ser gestionado colectivamente. Esto implica la creación de sistemas abiertos de acceso al conocimiento, tales como software libre, ciencia abierta, y plataformas de educación accesible

que puedan ser utilizadas por cualquier persona, independientemente de su lugar de origen o estatus económico. A su vez, también implica un replanteamiento del argocapitalismo, en especial su vertiente más repelente, fétida e inmunda de capitalismo de vigilancia, en términos de colaboración, en lugar de competencia, esto es, en lugar de promover la acumulación de datos y la creación de monopolios de conocimiento, se debería fomentar la creación de ecosistemas colaborativos en los que la innovación sea compartida libremente y utilizada para el beneficio común.

Por otro lado, otra dimensión crítica de la Economía del Conocimiento es su impacto en el mercado laboral, pues, a medida que la tecnología y la automatización transforman los sectores económicos tradicionales, se produce un desplazamiento significativo de la fuerza laboral, ya que multitud de tareas que antes eran realizadas por humanos están siendo reemplazadas por máquinas, lo que, como se ha mencionado antes, ha generado debates sobre el futuro del trabajo y la posibilidad de un desempleo masivo en algunos sectores.

La Economía del Conocimiento, al centrarse en la innovación y la tecnología, favorece a aquellos trabajadores altamente cualificados en áreas como la ingeniería, las matemáticas, la ciencia de datos y la programación, pero, esto también está creando una brecha en el mercado laboral, en la que los trabajadores sin acceso a educación de calidad o a habilidades tecnológicas avanzadas corren el riesgo de quedarse fuera de la nueva economía. Este fenómeno está exacerbando las desigualdades sociales, ya que los trabajos mejor remunerados y más seguros están cada vez más vinculados al acceso a la educación tecnológica avanzada, mientras que los empleos de baja cualificación, que son los primeros en ser automatizados, están desapareciendo o experimentando una devaluación significativa. Para hacer frente a este desafío, parece evidente que se precisa que las políticas públicas promuevan un acceso equitativo a la educación en habilidades tecnológicas y digitales. Esto no solo implica garantizar una educación accesible y de calidad para todos, sino también la creación de programas de reconversión laboral que permitan a los trabajadores de sectores tradicionales adquirir las nuevas habilidades y competencias necesarias para participar en esta "nueva normalidad" económica.

Finalmente, cabe observar que la regulación en la Economía del Conocimiento, en concordancia con lo ya señalado al analizar el argocapitalismo, es otro aspecto clave que merece una reflexión crítica. Como se mencionó anteriormente, el control de los datos y la información por parte de grandes corporaciones tecnológicas plantea riesgos importantes para la privacidad, la seguridad y la democracia. En este sentido, es esencial desarrollar marcos regulatorios que promuevan una gobernanza democrática del conocimiento, lo cual incluye el establecimiento de regulaciones que protejan los datos personales de los usuarios, limiten el poder monopolístico de las corporaciones tecnológicas y promuevan la transparencia en la gestión de la información. Además, es crucial crear un entorno en el que el conocimiento abierto sea incentivado y valorado, de forma que la innovación no esté limitada a los intereses de unos pocos actores privados, sino que sea accesible para todos.

La Economía del Conocimiento tiene el potencial de transformar el mundo de forma positiva, ofreciendo soluciones innovadoras a los problemas más acuciantes de la humanidad, desde el cambio climático hasta la erradicación de enfermedades. Sin embargo, para que ese potencial se realice de forma equitativa y sostenible, es esencial que el conocimiento sea tratado como un bien común, gestionado de forma democrática y accesible para todos. Por tanto, el reto es garantizar que la innovación y el progreso no estén al servicio de la acumulación de capital, sino del bienestar común y de la creación de una sociedad más justa, inclusiva y sostenible. Para lograr esto, será necesario repensar no solo las políticas de educación y trabajo, sino también las estructuras económicas y sociales que hoy gobiernan la producción y distribución del conocimiento. Solo entonces podremos hablar de una Economía del Conocimiento verdaderamente al servicio de todos los seres humanos y no solo de unos pocos privilegiados.

3.2.3. La Economía del Bien Común

La Economía del Bien Común es un modelo económico alternativo que busca transformar los principios y valores que rigen las economías contemporáneas, orientando el desarrollo hacia el bienestar colectivo y no solo hacia la maximización del beneficio económico individual. Se trata de un enfoque profundamente ético que coloca al ser humano y su entorno en el centro del proceso económico, promoviendo un sistema que privilegia la cooperación, la solidaridad, la sostenibilidad y la equidad sobre la competencia y el lucro. De hecho, la Economía del Bien Común ha emergido como una respuesta crítica al capitalismo contemporáneo, que se ha caracterizado por su énfasis en el crecimiento ilimitado, la acumulación de capital y la búsqueda del beneficio económico por encima de cualquier otra consideración. Ya se ha citado en el análisis del capitaloceno y la policrisis que el sistema capitalista ha demostrado ser insostenible, no solo en términos ecológicos, sino también sociales, lo cual ha generado enormes desigualdades y ha desatendido el bienestar de las personas y el planeta.

Como es sabido, uno de los principales problemas del capitalismo es que las métricas que utiliza para medir el éxito, como el Producto Interno Bruto (PIB) o los beneficios empresariales, no capturan adecuadamente el bienestar humano ni los impactos sobre los ecosistemas, pues, en lugar de reflejar la prosperidad real de una sociedad, estas métricas incentivan actividades que pueden ser perjudiciales para el medio ambiente, como la explotación de recursos naturales, la producción industrial masiva o la especulación financiera, que, si bien incrementan el PIB, no necesariamente mejoran la calidad de vida de la población.

A este respecto, la Economía del Bien Común comparte preocupaciones fundamentales con otras corrientes como el decrecimiento y la economía circular, en el sentido de que también denuncia los límites del crecimiento económico ilimitado y aboga por una redefinición de los fines de la economía, pero la Economía del Bien Común añade un elemento central: un conjunto de valores éticos que, según sus defensores, deberían constituir el corazón de toda actividad económica, a saber:

 Dignidad humana: La economía debe respetar y promover la dignidad de todas las personas, tanto en los procesos de producción como en el consumo y la distribución de bienes y servicios. Esto significa que las empresas y las instituciones deben asegurarse de que sus prácticas sean respetuosas con los derechos humanos y laborales.

- Solidaridad y justicia social: La economía debe fomentar relaciones de cooperación y apoyo mutuo, en lugar de la competencia despiadada. La redistribución de la riqueza y la reducción de las desigualdades son principios fundamentales de este modelo, lo que implica una mayor atención a las necesidades de los grupos más vulnerables y marginados.
- Sostenibilidad ecológica: La EBC coloca la sostenibilidad ambiental en el centro de su planteamiento. Al contrario que el capitalismo, que tiende a explotar los recursos naturales sin tener en cuenta los límites planetarios, la EBC aboga por un uso racional y respetuoso de los ecosistemas, promoviendo prácticas económicas que regeneren, en lugar de destruir, el entorno natural.
- Participación democrática: El modelo de la EBC también promueve la participación activa de los ciudadanos en la toma de decisiones económicas, tanto a nivel local como global. Esto significa que las comunidades deberían tener voz y voto en las decisiones que afectan a sus recursos y su bienestar.
- Transparencia y cooperación: En lugar de promover la competencia entre las empresas, la EBC aboga por la cooperación, el intercambio de conocimientos y la transparencia en las operaciones comerciales. El objetivo es que las empresas se apoyen mutuamente en la consecución del bien común, en lugar de competir ferozmente por maximizar sus beneficios a expensas de otros.

A mayores, cabe señalar que entre los instrumentos propuestos por la Economía del Bien Común destaca el Balance del Bien Común, una herramienta diseñada para medir el impacto de las empresas y organizaciones en la sociedad y el medio ambiente, en función de los valores antes citados, y que se propone como una alternativa a las métricas tradicionales como los balances financieros o los indicadores de rendimiento basados en el logro del beneficio, al evaluar a las empresas según su contribución al bien común en áreas como las siguientes:

- Condiciones laborales y derechos humanos: ¿Cómo trata la empresa a sus empleados? ¿Respeta sus derechos laborales, ofrece salarios justos y promueve la igualdad de género y la inclusión social?
- Impacto ecológico: ¿Qué tipo de prácticas utiliza la empresa en términos de recursos, energía y emisiones? ¿Fomenta el uso de energías renovables y la reducción de su huella ecológica?
- Cooperación y solidaridad: ¿Promueve la empresa relaciones de cooperación con otras empresas, o se basa en una competencia feroz? ¿Apoya iniciativas locales y fomenta la participación comunitaria?
- Participación democrática: ¿Están los empleados y otros grupos de interés involucrados en la toma de decisiones empresariales? ¿Cómo se garantiza la participación equitativa?
- Transparencia y redistribución: ¿Cómo gestiona la empresa sus ganancias? ¿Reinvierte en la comunidad, o concentra la riqueza en unos pocos accionistas?

Por tanto, este enfoque transforma el modo en que las empresas miden su éxito, pues ya no se trata de maximizar el beneficio financiero, sino de maximizar el bien común. Las empresas que obtienen buenos resultados en el Balance del Bien Común pueden ser recompensadas a través de políticas públicas, como incentivos fiscales o el acceso preferencial a contratos públicos, lo que incentivaría una transición hacia una economía más justa y sostenible. No obstante, junto a esta visión inspiradora de lo que podría ser una economía

más justa y orientada a las personas, también se enfrenta varios desafíos y críticas, a saber:

- Dificultades de Implementación: Uno de los mayores retos para la EBC es su implementación a gran escala en un mundo dominado por el capitalismo global. Si bien algunas empresas y gobiernos locales han adoptado el Balance del Bien Común, expandir este enfoque a nivel nacional o internacional requiere un cambio masivo en las políticas económicas y la gobernanza global.
- Intereses Corporativos y Políticos: Las grandes corporaciones, que se benefician del sistema capitalista actual, probablemente resistirían cualquier transición hacia un modelo de Economía del Bien Común. Estas empresas suelen tener una influencia política significativa, lo que dificulta la aprobación de políticas que podrían limitar sus beneficios o exigirles operar bajo estándares más estrictos de sostenibilidad y justicia social.
- Incompatibilidad con el Sistema Financiero Actual: El modelo financiero actual, que se basa en la rentabilidad a corto plazo y la maximización de los beneficios para los accionistas, es difícilmente compatible con los principios de la EBC. Para que la EBC tenga éxito, sería necesario un cambio profundo en la forma en que las empresas son financiadas y evaluadas. Esto incluye, por ejemplo, una mayor regulación del sector financiero, la promoción de la banca ética y la reducción de la especulación en los mercados globales.
- Cambios Culturales: La transición hacia una Economía del Bien Común también requiere un cambio cultural en la forma en que los ciudadanos y los consumidores entienden el éxito y el bienestar. En muchas sociedades, la acumulación de bienes materiales y la riqueza se consideran indicadores clave del éxito personal. La EBC propone una visión alternativa, basada en la calidad de vida, las relaciones sociales y el

bienestar ecológico, pero este cambio de mentalidad es difícil de lograr sin un proceso profundo de educación y concienciación.

En todo caso, y a la luz de la policrisis global, cabe convenir que la Economía del Bien Común ofrece un enfoque que aborda directamente las interconexiones entre las diversas crisis —sociales, ecológicas, económicas y políticas— que enfrenta la humanidad, alineándose con las propuestas que buscan una transición hacia un modelo más regenerativo, que no solo evite el daño ambiental, sino que también repare los ecosistemas y restituya la equidad social. Así, al proponer un modelo económico basado en la cooperación y el bienestar colectivo, responde a la necesidad de un cambio sistémico en la forma en que organizamos nuestras sociedades y nuestras economías. Reconoce que las crisis no pueden resolverse de forma aislada: no es posible abordar el cambio climático sin también enfrentar las desigualdades económicas y la concentración de poder en manos de unas pocas corporaciones, ni tampoco se puede combatir la pobreza sin transformar los sistemas de producción y consumo que dependen de la explotación de los recursos y las personas en todo el mundo. La EBC, al integrar valores éticos en la estructura misma de la economía, ofrece un marco que puede abordar estos desafíos de forma integral.

3.2.4. Otras alternativas al Capitalismo

3.2.4.1. La economía circular

Uno de los modelos más prometedores es el de la economía circular, que propone un cambio radical en la forma en que producimos y consumimos. En efecto, la economía circular es un modelo económico emergente que representa una ruptura con el tradicional enfoque lineal de "extraer-producir-consumir-desechar" al sugerir que, en lugar de esta secuencia, se busca cerrar los ciclos de recursos, minimizando el desperdicio y reutilizando materiales y productos tanto como sea posible. Este modelo no solo reduce el impacto ambiental, sino que también puede generar nuevas oportunidades económicas

al fomentar la innovación y la eficiencia en el uso de los recursos. Así, en el contexto antes citado de la policrisis, donde las crisis ecológicas y las desigualdades sociales están íntimamente conectadas con el sistema económico dominante, la economía circular ofrece un enfoque holístico y regenerativo que puede ser clave en la transición hacia nuevos modelos de desarrollo.

Al objeto de intentar comprender el potencial de la economía circular en este contexto, es necesario examinar tanto sus principios fundamentales como las barreras y oportunidades para su implementación a escala global.

En primer término, y a diferencia del modelo capitalista extractivista que domina actualmente, la economía circular se basa en una serie de principios que subrayan un cambio profundo en cómo se conciben los sistemas de producción y consumo, poniendo un énfasis en la regeneración, en lugar de la explotación, como fuerza motriz de la economía, a saber:

- Cierre de ciclos de materiales: Esto implica que los materiales y recursos utilizados en la producción no terminen como residuos, sino que sean reincorporados en el ciclo productivo. Los residuos, bajo este enfoque, se ven como recursos que pueden ser reutilizados o reciclados en nuevos productos.
- Reducción del desperdicio: El desperdicio se minimiza a través de un diseño inteligente de productos y procesos. En lugar de fabricar bienes que están destinados a tener una vida útil corta y luego desecharse, los productos se diseñan para ser duraderos, reparables, actualizables y reciclables.
- Uso de energías renovables: Para que un sistema circular funcione de forma sostenible, es necesario que se base en fuentes de energía renovable. Esto implica una transición de los combustibles fósiles, que son finitos y contaminantes, hacia fuentes de energía limpias como la solar, eólica y geotérmica.

- Innovación en el diseño de productos: La economía circular enfatiza el diseño de productos que minimicen la necesidad de nuevos materiales y maximicen la reutilización y reciclabilidad. Esto incluye el diseño modular, en el que las partes de un producto pueden ser reemplazadas y actualizadas sin necesidad de desechar el conjunto completo.
- Promoción de la economía colaborativa: Además del reciclaje y la reutilización, la economía circular fomenta la economía colaborativa, que implica compartir, alquilar, y reparar productos en lugar de comprarlos nuevos. Plataformas digitales como las que permiten compartir transporte o alojamiento son ejemplos actuales de cómo la economía colaborativa puede reducir el uso de recursos.

Por otro lado, a pesar de sus potenciales beneficios, la transición hacia una economía circular enfrenta una serie de retos significativos, tanto a nivel sistémico como estructural, a saber:

- Inercia del sistema capitalista: El sistema económico global actual está
 profundamente arraigado en el paradigma lineal. Muchas de las principales industrias—como las de energía, automóviles, construcción y
 productos de consumo—han prosperado bajo un modelo de extracción
 y producción masiva. El cambio hacia una economía circular desafía
 los intereses de estas industrias, que pueden resistir las transformaciones necesarias para adoptar prácticas más sostenibles.
- Falta de incentivos económicos: En muchos casos, la adopción de modelos circulares requiere inversiones iniciales significativas en nuevas tecnologías, infraestructuras y cadenas de suministro. Sin embargo, los incentivos económicos para estas inversiones no siempre son claros, especialmente en mercados que priorizan las ganancias a corto plazo sobre la sostenibilidad a largo plazo. Las políticas públicas juegan un papel crucial aquí, mediante la creación de incentivos económicos para las empresas que adopten prácticas circulares, y mediante la imposición

de normativas más estrictas sobre la gestión de residuos y la extracción de recursos.

- Desigualdad en el acceso a tecnologías circulares: Si bien la economía circular promete beneficios tanto económicos como ecológicos, no todas las regiones o sectores económicos tienen el mismo acceso a las tecnologías necesarias para implementar este modelo. Las economías emergentes, que ya enfrentan desafíos relacionados con el desarrollo sostenible, pueden tener dificultades para adoptar tecnologías de reciclaje avanzado o de diseño de productos circulares. Por lo tanto, es necesario un enfoque de cooperación global que garantice que los beneficios de la economía circular se distribuyan equitativamente y que los países en desarrollo reciban el apoyo necesario para hacer la transición.
- Cambios culturales y de comportamiento: La economía circular no solo requiere cambios en los sistemas de producción, sino también en los patrones de consumo. Para que la economía circular funcione, los consumidores deben estar dispuestos a adoptar nuevos hábitos de consumo, como comprar productos de segunda mano, compartir bienes en lugar de poseerlos y priorizar la reparación sobre el reemplazo. Esto requiere un cambio cultural significativo, especialmente en las economías más ricas, donde el consumismo está profundamente arraigado.

A tenor de lo anterior, parece evidente que uno de los aspectos más urgentes que subraya la necesidad de la economía circular es la crisis ecológica global. Como se discutió en relación con el capitaloceno, el sistema capitalista ha promovido un enfoque extractivista, en el que los recursos naturales se tratan como infinitos y los residuos y la contaminación como externalidades económicas tan ignoradas como inadvertidas, y que el resultado ha sido la degradación ecológica a gran escala, incluyendo el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la acidificación de los océanos y la deforestación. Frente a tal circunstancia, la economía circular ofrece una alternativa al permitir una reducción significativa de la extracción de recursos naturales y la acumulación

de residuos, pues, en lugar de desechar materiales al final de su vida útil, estos se reincorporan a nuevos ciclos productivos, evitando la necesidad de extraer nuevas materias primas. Por ejemplo, en el caso de los plásticos podrían ser reutilizados repetidamente o reemplazados por materiales biodegradables o en cuanto a los metales y minerales críticos para las tecnologías digitales podrían ser reciclados y reutilizados indefinidamente, reduciendo la dependencia de la minería destructiva.

Por tanto, este enfoque no solo tiene beneficios ambientales, sino que también puede generar tanto beneficios económicos como sociales. En primer término, al reducir los costes asociados con la extracción de recursos y la gestión de residuos cabe añadir el fomentar la innovación en el diseño de productos y procesos, la economía circular puede crear nuevos sectores y empleos, especialmente en áreas como el reciclaje avanzado, la ingeniería de materiales, la reparación y el mantenimiento.

Por otro lado, cabe señalar su potencial para abordar las desigualdades sociales que están en la raíz de la policrisis, pues la economía lineal propia del capitalismo más rancio no solo es insostenible ecológicamente también lo es socialmente, pues la mayor parte de los costes asociados con la extracción de recursos y la generación de residuos se externalizan hacia las comunidades más vulnerables, tanto a nivel local como global. De hecho, las poblaciones en el Sur Global son las más afectadas por la explotación de recursos naturales, mientras que también son las que menos se benefician de la producción y el consumo que resulta de esta explotación.

La economía circular puede mitigar estas desigualdades al reducir la demanda de recursos vírgenes y disminuir la cantidad de residuos generados. Al cerrar los ciclos de materiales, la economía circular reduce la necesidad de extraer recursos de forma insostenible en regiones vulnerables y, a la vez, minimiza los flujos de residuos hacia estas mismas regiones. Además, puede crear oportunidades para una "transición justa" hacia una economía sostenible, al generar empleos verdes y al apoyar el desarrollo de industrias basadas en la reparación, el reciclaje y la innovación sostenible.

De acuerdo con lo anterior, bien pudiera aceptarse que la economía circular representa una visión transformadora de cómo pueden funcionar nuestras economías en el contexto de la policrisis, pues, al cerrar los ciclos de recursos, reducir el desperdicio y fomentar la innovación en el diseño de productos y sistemas, ofrece una alternativa regenerativa al modelo capitalista extractivista. Sin embargo, poniendo los pies en tierra, también hay que tener en cuenta que su implementación requiere una transformación profunda de las estructuras económicas, políticas y sociales actuales, y una cooperación global que garantice que los beneficios de este modelo se distribuyan de forma equitativa. En última instancia, la economía circular puede desempeñar un papel clave en la construcción de un futuro más sostenible, justo y resiliente, en el que las crisis ecológicas y sociales se aborden de forma integrada.

3.2.4.2. La economía del decrecimiento

El decrecimiento es otro modelo alternativo que desafía la premisa fundamental del capitalismo: el crecimiento económico infinito. Los defensores del decrecimiento argumentan que el crecimiento económico perpetuo es insostenible en un planeta finito, y que es necesario repensar nuestros valores y prioridades. El decrecimiento no implica una disminución en el bienestar, sino más bien un enfoque en la calidad de vida, la redistribución de la riqueza y la reducción del consumo innecesario.

La economía del decrecimiento surge como una respuesta crítica a las crisis ecológicas, sociales y económicas que han caracterizado el desarrollo bajo el capitalismo contemporáneo. A diferencia de las visiones dominantes que promueven el crecimiento económico continuo como la clave para el progreso humano, el decrecimiento propone una reconsideración radical de las nociones de prosperidad y bienestar, abogando por una reducción controlada y voluntaria de la producción y el consumo, particularmente en las naciones más desarrolladas. Así, en lugar de centrarse exclusivamente en el Producto Interno Bruto (PIB) como medida del éxito, el decrecimiento promueve nuevos indicadores que priorizan la sostenibilidad ecológica, la justicia social y el bienestar humano.

Como es sabido, el crecimiento económico ha sido la piedra angular de las economías capitalistas desde la Revolución Industrial. La obsesión por aumentar la producción, el consumo y la acumulación de capital ha impulsado transformaciones tecnológicas, sociales y políticas en todo el mundo, pero este enfoque ha llevado a consecuencias desastrosas para el planeta y la humanidad, al constituirse, como se ha señalado, en el principal caldo de cultivo de la policrisis.

La idea de que el crecimiento económico puede ser infinito en un planeta con recursos finitos es inherentemente contradictoria. Como advirtió el informe del Club de Roma en su famoso estudio "Los límites del crecimiento" de 1972, el crecimiento exponencial de la población, el consumo de recursos y la producción de desechos eventualmente chocará con los límites biofísicos del planeta. Sin embargo, los defensores del capitalismo y la economía neoliberal han sostenido durante décadas que el crecimiento puede ser "desacoplado" de los impactos ambientales negativos, gracias a los avances tecnológicos y a las innovaciones en la eficiencia. Por el contrario, el decrecimiento sostiene que esta idea de desacoplamiento es ilusoria, pues a pesar de que algunas mejoras tecnológicas hayan reducido la intensidad de los recursos en ciertos sectores, los avances no parecen suficientes para compensar el aumento global del consumo. De hecho, en muchos casos, las mejoras en eficiencia han llevado a efectos de rebote, donde la reducción en los costes de producción o consumo simplemente ha incentivado un mayor uso de recursos, anulando los beneficios ambientales esperados. Como resultado, el decrecimiento plantea que la única forma de evitar un colapso ecológico es reducir activamente la escala de la producción y el consumo, especialmente en las economías más ricas.

No obstante, conviene tener en cuenta que la economía del decrecimiento no es simplemente una llamada a "crecer menos", sino que propone un replanteamiento completo de las bases del sistema económico y social. En lugar de medir el progreso en términos de crecimiento del PIB, el decrecimiento busca modelos de desarrollo que se centren en la calidad de vida, la equidad, y la sostenibilidad ecológica. Así, entre los principios fundamentales del decrecimiento cabe incluir los siguientes:

- Reducción en el uso de recursos y energía: La economía del decrecimiento aboga por la reducción controlada del uso de materiales, energía y recursos naturales, en línea con la capacidad regenerativa de los ecosistemas. Esto no solo implica consumir menos, sino también transformar profundamente los sistemas de producción, distribución y consumo.
- Redistribución equitativa de la riqueza: El decrecimiento también se asocia con la búsqueda de una mayor justicia social y económica. Al reducir la producción y el consumo en las sociedades más ricas, se libera espacio ecológico para que las economías más pobres satisfagan sus necesidades esenciales. En este sentido, el decrecimiento también desafía la lógica imperialista del capitalismo global, que ha explotado los recursos y la mano de obra del Sur Global en beneficio del Norte Global.
- Relocalización de las economías: El decrecimiento promueve la relocalización de la producción y el consumo, reduciendo la dependencia de las largas cadenas de suministro globales que generan emisiones de carbono y explotación laboral. Al fomentar economías locales más autosuficientes, el decrecimiento busca construir resiliencia frente a las crisis globales, como las disrupciones climáticas o las crisis financieras.
- Simplicidad voluntaria y suficiencia: Una parte esencial del decrecimiento es la promoción de estilos de vida que se basen en la suficiencia en lugar de la acumulación. Esto implica que las personas reduzcan voluntariamente su consumo, opten por formas de vida más simples y valoren más las relaciones sociales, el tiempo libre y el bienestar personal que el consumo material.
- Democracia participativa y deliberativa: La economía del decrecimiento se basa en la participación democrática y en la toma de decisiones a nivel local, lo que permite a las comunidades decidir cómo quieren vivir, qué tipo de economía desean construir y qué recursos están dis-

puestas a usar. En este sentido, el decrecimiento está profundamente ligado a la idea de soberanía económica y política.

• Desmercantilización de bienes esenciales: El decrecimiento aboga por que ciertos bienes y servicios —como el agua, la energía, la vivienda y la educación— no sean tratados como mercancías sujetas a las reglas del mercado, sino como derechos humanos fundamentales. Al desmercantilizar estos bienes, se promueve una economía más orientada al bienestar social y menos a la maximización de beneficios privados.

El enfoque del decrecimiento no puede entenderse sin situarlo en el marco del capitaloceno, un concepto que, como se ha discutido previamente, identifica como la acumulación de capital y la explotación de recursos naturales y humanos han llevado a un punto de crisis múltiple: calentamiento global, desestabilización económica, desigualdades extremas, y agotamiento de ecosistemas.

El decrecimiento responde a esta situación al proponer un modelo económico que no se base en la explotación infinita de recursos, sino en la regeneración y el equilibrio con los límites planetarios. En lugar de buscar más crecimiento para solucionar los problemas creados por el propio crecimiento (como es la lógica de muchas propuestas "verdes" que todavía dependen del capitalismo), el decrecimiento propone un cambio radical en la forma en que concebimos el progreso y el bienestar.

Desde esta perspectiva, la economía del decrecimiento más allá de un conjunto de políticas económicas se trata de una filosofía de vida que busca reconfigurar las relaciones entre los seres humanos y entre la humanidad y la naturaleza, esto es, en lugar de ver la naturaleza como un recurso inagotable, el decrecimiento promueve una visión ecológica donde los seres humanos reconocen su dependencia de los sistemas naturales y trabajan para mantener esos sistemas en equilibrio.

En el contexto de la policrisis, el decrecimiento también puede verse como una respuesta coherente a la interconexión de las crisis, pues, el cambio climático, la desigualdad y el agotamiento de recursos no pueden abordarse de forma aislada. Como sostiene la teoría del decrecimiento, es precisamente la búsqueda del crecimiento y la acumulación lo que ha exacerbado todas estas crisis, de ahí que la "solución" no puede ser más crecimiento, sino una reducción estratégica de las actividades económicas que más daño hacen al medio ambiente y a las personas.

A pesar de su atractivo teórico, la economía del decrecimiento enfrenta una serie de retos significativos en términos de implementación práctica y que están profundamente enraizados en la estructura del capitalismo global, entre los que cabe destacar los siguientes:

- Resistencia ideológica y política: El principal obstáculo para el decrecimiento es la hegemonía cultural del crecimiento. Durante siglos, el crecimiento económico ha sido visto como sinónimo de progreso, modernidad y bienestar. Desafiar esta narrativa requiere un cambio cultural radical, en el que las sociedades cuestionen la centralidad del PIB como medida del éxito y se reorienten hacia otros indicadores, como la calidad de vida, la salud ecológica y la equidad social.
- Dependencia estructural del crecimiento: Muchas economías, especialmente en el Norte Global, están estructuradas en torno al crecimiento.

 Las empresas dependen de la expansión constante de los mercados, los gobiernos dependen de los ingresos fiscales generados por el crecimiento, y los ciudadanos están acostumbrados a los aumentos en los niveles de consumo. Implementar el decrecimiento requeriría una reconfiguración fundamental de estas estructuras, lo que podría encontrar una resistencia significativa de los actores poderosos que se benefician del status quo.

- Desempleo y precariedad laboral: Una preocupación clave en torno al decrecimiento es cómo afectaría al empleo. Muchas industrias, especialmente en sectores como la energía, la manufactura y los servicios, dependen del crecimiento para mantener los niveles de empleo. Reducir la producción y el consumo podría llevar a despidos masivos y a una mayor precariedad laboral, lo que generaría tensiones sociales. Los defensores del decrecimiento abogan por la redistribución del trabajo, mediante la reducción de las horas laborales, y por la creación de empleos en sectores sostenibles, como la energía renovable, la agricultura ecológica y los servicios de cuidado, pero la transición no sería sencilla.
- Relaciones Norte-Sur: El decrecimiento también plantea preguntas sobre las relaciones económicas y políticas entre el Norte y el Sur Global. Mientras que el Norte ha acumulado enormes riquezas a través de siglos de explotación colonial y extractivista, muchas economías del Sur todavía luchan por satisfacer las necesidades básicas de su población. El decrecimiento en el Norte debe ir acompañado de una mayor justicia global, que permita al Sur acceder a los recursos necesarios para su propio desarrollo, sin replicar los errores del crecimiento capitalista.

Por tanto, la economía del decrecimiento ofrece una alternativa radical a los modelos de desarrollo capitalista que han llevado al mundo a la actual policrisis. Al cuestionar la lógica del crecimiento continuo y proponer una economía basada en la sostenibilidad, la equidad y la suficiencia, el decrecimiento nos invita a repensar nuestras prioridades y a imaginar un futuro más justo y ecológicamente viable. Sin embargo, el camino hacia el decrecimiento no es fácil, ya que exhorta a una transformación profunda de nuestras economías, nuestras políticas y nuestra cultura, si bien en un mundo en el que el capitaloceno ha puesto en peligro la habitabilidad del planeta, puede ser una posible opción viable para evitar un colapso ecológico y social. De hecho, en última instancia, se trata de una visión de esperanza: la posibilidad de que, al

reducir nuestra huella ecológica y reorganizar nuestras sociedades en torno a principios más justos y sostenibles, podamos construir un mundo en el que tanto los seres humanos como la naturaleza puedan prosperar en armonía.

3.2.4.3. La economía feminista y los nuevos modelos de cuidado

Otro modelo alternativo es la economía feminista que ha destacado las limitaciones del capitalismo para abordar las necesidades de cuidado y reproducción social, pues, el sistema capitalista tradicional ha invisibilizado y desvalorizado históricamente el trabajo de cuidado, que es esencial para la reproducción de la vida y el bienestar de las personas, pero que no genera ganancias económicas directas. Este trabajo, realizado mayoritariamente por mujeres, ha sido marginado en las teorías económicas tradicionales y ha sido externalizado al ámbito privado, lo que ha generado desigualdades de género y ha sobrecargado a las mujeres con la responsabilidad del cuidado. A su vez, la economía feminista también ofrece una perspectiva crítica sobre la relación entre el capitalismo y la naturaleza. Al igual que el trabajo de cuidado, la naturaleza ha sido explotada y desvalorizada por el sistema capitalista, que la trata como un recurso ilimitado y externaliza sus costes ambientales. La economía feminista nos invita a repensar esta relación, no solo en términos de sostenibilidad ecológica, sino también en términos de equidad de género. Las mujeres, especialmente en el Sur Global, son las más afectadas por las crisis ambientales, ya que dependen en mayor medida de los recursos naturales para su subsistencia y tienen menos acceso a los mecanismos de adaptación.

Por tanto, los nuevos modelos de desarrollo deberían integrar una perspectiva de género en las políticas de sostenibilidad, para garantizar que las mujeres no queden excluidas de los beneficios de la transición ecológica y, a la par, deberían reconocer el valor fundamental del trabajo de cuidado y ponerlo en el centro de la economía, lo que implica la creación de políticas públicas que promuevan la redistribución del trabajo de cuidado entre hombres y mujeres, así como entre el sector privado y el público. También significa invertir en servicios públicos de calidad que garanticen el acceso universal

a la atención de salud, la educación y el cuidado de niños y ancianos. En lugar de tratar el cuidado como una responsabilidad individual o familiar, los nuevos modelos de desarrollo deberían esforzarse con denuedo en lograr luna aceptación generalizada en cuanto a entender el cuidado como un bien común, que debe ser gestionado colectivamente y apoyado por el Estado.

3.2.5. Hacia Nuevos Modelos de Desarrollo

La *policrisis* no es solo un síntoma de un sistema en decadencia, sino también una oportunidad para imaginar y construir alternativas. El *capitaloceno* nos recuerda que cualquier modelo de desarrollo futuro debe confrontar de forma directa las estructuras de poder que han permitido al capital dominar tanto la ecología como la sociedad. No basta con proponer soluciones tecnológicas o reformas parciales; es necesario un cambio sistémico que desafíe las lógicas de acumulación y explotación que han estado en el corazón del capitalismo durante siglos.

Las alternativas al capitalismo que emergen, especialmente desde la perspectiva de la digitalización y la economía del conocimiento, permiten sugerir propuestas que superan simples modelos utópicos o teóricos. Se trata de respuestas pragmáticas a las crisis globales que enfrentamos, al facilitar herramientas para democratizar el acceso a los recursos y crear sistemas más sostenibles y equitativos, si se gestionan adecuadamente bajo principios de los *commons*, esto es, en lugar de ver, por ejemplo, a la automatización y la inteligencia artificial como amenazas al empleo, pueden ser vistas como oportunidades para repensar el trabajo y la producción de forma más colaborativa y humana. Pero, entonces habrá suscitar la necesidad de revisar el rol de las universidades, las organizaciones y los gobiernos tienen en la preparación de las futuras generaciones de trabajadores para un mundo donde la colaboración, la creatividad y la gestión compartida de los recursos sean centrales.

Con seguridad que cualquier solución factible a la policrisis no vendrá de una simple adaptación al capitalismo tecnológico o digital, sino de una transformación profunda en cómo entendemos y gestionamos los recursos económicos, sociales y ambientales del planeta. Frente a la magnitud de la *policrisis* y las limitaciones inherentes del capitalismo neoliberal para ofrecer soluciones sostenibles, es fundamental repensar los modelos de desarrollo. Sin embargo, esto no implica únicamente la creación de un "capitalismo más verde" o un "capitalismo digital más inclusivo", sino una transformación radical que se base en principios de sostenibilidad ecológica, equidad social y cooperación global, en lugar de beneficios financieros. Así, en lugar de ver la digitalización como una herramienta para maximizar la eficiencia y el control, podemos imaginar un futuro donde las plataformas digitales se utilicen para promover la cooperación y la justicia social. Esto implicaría un cambio radical en la forma en que concebimos la tecnología: en lugar de ser un instrumento de acumulación capitalista, se convertiría en una herramienta para empoderar a las comunidades y regenerar los ecosistemas.

En resumen, los nuevos modelos de desarrollo deben abordar de forma integral las múltiples dimensiones de la policrisis, desde la crisis ecológica hasta la desigualdad social y la crisis de legitimidad política. Esto implica una ruptura con el capitalismo neoliberal y una transición hacia formas de producción y consumo que sean más sostenibles, equitativas y democráticas. Los modelos post-capitalistas nos ofrecen una base prometedora para esta transformación. Sin embargo, para que estos modelos sean exitosos, es crucial que desafíen la lógica de la propiedad privada y la acumulación infinita, que estén acompañados de un cambio profundo en las estructuras de gobernanza global, que permitan a las personas tener una mayor participación en las decisiones que afectan sus vidas y garanticen una distribución más equitativa de la riqueza y el poder.

En consecuencia, emerge floreciente la necesidad de revisar el rol que las universidades, las organizaciones y los gobiernos tienen en la preparación de las futuras generaciones de trabajadores para un mundo donde la colaboración, la creatividad y la gestión compartida de los recursos sean centrales.

3.3. El Papel de la Tecnología en la Transición Hacia la Sostenibilidad

¿Acaso es posible una transición de una economía que no incluía los costes del daño ambiental y social a una que sí los incluye? A pesar de no ser aceptada con generalidad, la actividad antropogénica en la naturaleza más evidente es la quema de combustibles fósiles milenarios, cuyo efecto no deseado e ignorado durante mucho tiempo es el calentamiento global. En contra, este documento participa de la doxa de que se necesita extraer energía de los flujos de la naturaleza en lugar de sus reservas, lo que proporciona un recurso de reposición de energía que es mucho mayor que nuestras necesidades.

A priori, este cambio parece engañosamente sencillo, pero no lo es. La transición hacia un sistema energético y hacia patrones económicos y de consumo que cumplan con el requisito de la neutralidad climática es uno de los desafíos clave del siglo XXI.

Para que el mundo haga la transición a la electricidad baja en carbono, la energía de estas fuentes debe ser más barata que la electricidad de los combustibles fósiles, aun así, alcanzar el "cero (emisiones) neto" (cero neto, en lo que sigue) de las emisiones fósiles significará un cambio estructural de la economía mundial que afectará a todos los países y todos los sectores, ya que el mundo actual está profundamente entrelazado con los zarcillos de los combustibles fósiles, desde impulsar la movilidad y el transporte de mercancías hasta la producción de plásticos y acero.

Por tanto, es difícil negar que la tecnología puede jugar un papel crucial en la transición hacia modelos económicos más sostenibles, especialmente en lo que respecta a la *desfosilización* de la economía, es decir, la sustitución de los combustibles fósiles por energías procedentes de recursos renovables. Este concepto aboga por una transformación radical en la matriz energética mundial, donde fuentes de energía como el sol, el viento, el agua y la biomasa se conviertan en los pilares de la producción energética global²¹.

²¹ López González, E. (2023). Repensar la investigación económica en la transición hacia el cambio climático. En Cambio Climático. Seminarios del Instituto de España 2022,

El proceso de desfosilización no solo implica la implementación de energías renovables, sino también el desarrollo de tecnologías que permitan una mayor eficiencia energética, el almacenamiento de energía y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Así, entre las acciones efectivas de desfosilización se incluyen cambiar la combinación energética de los combustibles fósiles hacia la electricidad de cero emisiones y otros vectores de energía de bajas emisiones como el hidrógeno; aumentar la eficiencia energética y gestionar la demanda de energía; utilizar la economía circular; adaptar los procesos industriales y agrícolas; consumir menos bienes intensivos en emisiones; implementar tecnologías de Captura, Utilización y Almacenamiento de Carbono (CCS) y mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero (GEI) tanto de larga como de corta duración. De esta forma, será posible evitar los impactos más catastróficos del calentamiento global, que dañaría a miles de millones de personas. No obstante, al objeto de evitar este daño a largo plazo, el mundo debería pasar de 'cero neto' inmediatamente a emisiones de GEI 'negativas netas'. No cabe pensar que llegar a cero neto signifique que "el trabajo está hecho", cuando eso (si la ciencia es correcta o está acertada) simplemente marcará el "fin del principio" (Churchill, dixit).

Parece claro entonces que tal transición se vuelve más costosa cuanto más se demore la acción, mientras que muchas tecnologías exentas de carbono fósil, limpias e inteligentes (basadas en datos) son cada vez más baratas, abriendo ventanas de oportunidad para el crecimiento económico, lo que puede suponer pasar de una historia de sacrificio necesario a una de oportunidad. Sin embargo, todavía en la actualidad los combustibles fósiles dominan el suministro mundial de energía. El uso de combustible fósil ha sido un vector de energía muy seductor: es denso en energía, se almacena fácilmente, se puede mover con facilidad y se puede convertir en servicios de energía para la sociedad a un bajo coste de capital. No resulta extrañar que se hayan gastado muchos billones de dólares en la creación de este gigante azul-oscuro-verdo-

Madrid (159-252). Accesible en https://institutodeespana.es/publicaciones/wp-content/uploads/2024/03/Cambio-climatico.pdf

so. Además, hasta hace muy poco, la electricidad procedente de combustibles fósiles era mucho más barata que la electricidad procedente de fuentes renovables.

Esto ha cambiado drásticamente en la última década. En la mayoría de los lugares del mundo, la energía de las Fuentes de Energía Renovable (RES) es ahora más barata que la energía de los combustibles fósiles, lo cual ha infundido esperanza en los esfuerzos mundiales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y limitar los efectos más peligrosos del calentamiento global. Además, la caída de los precios de la energía también significa que aumenta el ingreso real de las personas, pues las inversiones para aumentar la producción de energía con fuentes renovables son una oportunidad para lograr un mayor crecimiento económico, especialmente para los lugares más pobres del mundo.

Parece evidente entonces que, a nivel comunitario global, es fundamental que las innovaciones tecnológicas estén orientadas a resolver problemas sociales y ambientales y no solo a generar beneficios económicos, esto es, que constituyan auténticas aliadas en la lucha contra la crisis climática y la creación de sistemas económicos más justos e inclusivos. No obstante, es necesario tener en cuenta que la tecnología por sí sola no es suficiente para resolver los problemas sistémicos, pues, sin un marco regulatorio adecuado y una visión orientada al bien común, las innovaciones tecnológicas podrían terminar exacerbando las desigualdades y profundizando la crisis ecológica.

A mayores, la lucha contra el calentamiento global requiere no solo una estrategia de *adaptación*, que busca preparar a las sociedades para enfrentar los impactos ya inevitables del calentamiento global, sino, fundamentalmente, un enfoque claro y sostenido en la *mitigación*. La mitigación implica reducir drásticamente las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera, con el objetivo de limitar el calentamiento global y, a largo plazo, estabilizar el clima de la Tierra. A diferencia de la adaptación, que responde a los efectos del calentamiento global, la mitigación busca abordar las causas subyacentes, reduciendo así la magnitud de los futuros impactos.

Con todo, el éxito de la desfosilización no depende únicamente de la adopción de tecnologías limpias, sino también de la capacidad para superar varios desafíos tecnológicos y económicos que limitan su despliegue a gran escala. Uno de los principales obstáculos ha sido, históricamente, el alto coste de producción e instalación de sistemas de energía renovable. No obstante, en las últimas décadas, estos costes han disminuido de forma significativa, gracias a las *curvas de aprendizaje* de estas tecnologías.

3.3.1. Las Curvas de Aprendizaje en las Tecnologías Renovables

Las curvas de aprendizaje son un concepto fundamental para entender cómo el desarrollo y la implementación de tecnologías renovables pueden volverse más eficientes y asequibles con el tiempo. Estas curvas muestran cómo los costes de producción de una tecnología disminuyen a medida que aumenta la experiencia acumulada en su fabricación y uso, lo que significa que con cada duplicación de la capacidad instalada acumulada su precio baja en la misma fracción mientras que el precio de la electricidad procedente de fuentes de combustibles fósiles no sigue curvas de aprendizaje, por lo que cabe esperar que la diferencia de precio entre los combustibles fósiles caros y las energías renovables baratas sea aún mayor en el futuro.

En 2010, la combinación de energía solar y eólica representó solo el 1,7 % de la generación mundial de electricidad. Durante 2020, recordada por la lamentable sindemia mundial de la Covid-19, había subido al 8,7%, mucho más de lo que habían predicho previamente los modelos energéticos convencionales. Por ejemplo, en 2012, la Agencia Internacional de Energía esperaba que la generación mundial de energía solar alcanzara los 550 teravatios-hora en 2030, pero esa cifra se superó en 2018. Estos modelos suelen suponer que el crecimiento de la energía solar y eólica será lineal, pero en realidad el crecimiento ha sido exponencial.

Comprender cuál ha sido el comportamiento en el pasado del "crecimiento exponencial" de las energías renovables abre la posibilidad de ser más optimistas acerca de qué tan rápido puede aumentar para alcanzar los objeti-

vos del cero neto en el futuro. El derrumbe de los costes ha sido el factor más importante en la explosión de las energías renovables. La drástica reducción de los costes se ha debido principalmente a los ciclos de retroalimentación positiva, esto es, cuanto más se implementan las tecnologías de RES, más baratas se vuelven debido a las economías de escala y las cadenas de suministro competitivas, entre otros factores. Estos costes decrecientes, a su vez, estimulan un mayor despliegue. Por ejemplo, en la última década, cada vez que se duplicó la cantidad de capacidad solar desplegada en todo el mundo, el precio de instalación de la capacidad solar se redujo en un 34 %. Como las tecnologías de energía renovable son modulares y estandarizadas, las mejoras de costes o los avances tecnológicos realizados en un lugar pueden copiarse rápidamente en otro lugar propiciando contagio social: cuando una casa instala energía solar en la azotea, es más probable que los vecinos que la ven y hablan de ella instalen energía solar en la azotea ellos mismos. Además, otros aspectos del despliegue de RES también se refuerzan a sí mismos, pues, las tecnologías limpias son muy modulares, pequeñas, escalables y potencialmente ubicuas, con pocas limitaciones. Su unidad mínima viable es además muy reducida. Y cuanto más pequeño es un bien, más escalable es el proceso de producción debido a la repetición. A medida que las RES crecen en popularidad, expanden su influencia política y atraen más financiamiento, por lo que se vuelve más fácil obtener más apoyo político y financiamiento. Igualmente, a medida que los analistas financieros se familiarizan con los riesgos técnicos y de proyectos de las energías renovables, tanto sus costes del capital (CA-PEX, la cantidad de dinero gastada en la compra de bienes de capital de una empresa) como los gastos operativos (OPEX, los costes relacionados con las operaciones y servicios) siguen la tendencia a disminuir.

A este respecto, cabe señalar que para entender por qué las tecnologías limpias se volvieron tan baratas, quizás convendría antes contestar por qué la tecnología solar se volvió barata. Para ello, gracias al trabajo *How predictable is technological progress?* ²²de Farmer y Lafond, (2016), resulta factible re-

²² Farmer, J. D., and Lafond, F. (2016). How predictable is technological progress? *Research Policy*, 45(3), 647–665. https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2015.11.001

troceder en el tiempo hasta el año 1956 para conocer el primer punto de precio para la tecnología solar utilizable, cuando el coste de solo un vatio de capacidad solar fotovoltaica era de \$256 de entonces que utilizando el deflactor del PIB de EE. UU (https://www.multpl.com/gdp-deflator) equivalen a \$2.074 en 2024. Un vatio no es mucho. Hoy en día, un solo panel solar del tipo que los propietarios de viviendas colocan en sus techos produce alrededor de 320 vatios de potencia, lo cual significa que al precio de 1956 uno de los módulos solares de hoy costaría \$641.336,2. A este precio por un solo panel, la energía solar obviamente no podía competir ni por asomo con los combustibles fósiles. Entonces, ¿por qué la historia de la tecnología solar no terminó ahí?

Hay dos razones por las que, en lugar de desaparecer, la energía solar se ha consolidado como la fuente de electricidad más barata del mundo en la actualidad, a saber:

En primer lugar, incluso a un precio muy alto, la tecnología solar encontró un uso: el espacio exterior. Como es sabido, el primer uso práctico de la energía solar fue para suministrar electricidad a un satélite, el Vanguard I en 1958, y en el que, debido a su reducido espacio, sólo fue posible instalar seis células solares para el funcionamiento de sus transmisores de datos. Fue en este nicho de alta tecnología donde alguien estaba dispuesto a pagar por la tecnología solar, inclusive a ese precio extremadamente "desorbitante".

La segunda razón cardinal es que el precio de los módulos solares disminuyó a medida que se producían más. Más producción facilitó la oportunidad de aprender cómo mejorar el proceso de producción: un caso clásico de aprender haciendo. La demanda inicial en el sector de alta tecnología significó que se produjo algo de tecnología solar y esta producción inicial inició un ciclo virtuoso de aumento de la demanda y caída de los precios.

Esto escenifica un claro ejemplo de libro del mecanismo del progreso tecnológico: al introducir una innovación radical se inicia, en términos de Schumpeter (1934), un proceso de "destrucción creativa", que acabará transformando totalmente el mercado mayoritario que acomete. Solo es cuestión de

tiempo, el futuro les pertenece. Así, para satisfacer la creciente demanda, se implementan más módulos solares, lo que conduce a la caída de los precios; a esos precios más bajos, la tecnología se vuelve rentable en nuevas aplicaciones, lo que a su vez significa que la demanda aumenta. En este ciclo de retroalimentación positiva, la tecnología solar se ha impulsado a sí misma desde sus primeros días en el espacio exterior.

El rápido crecimiento sostenido y las tasas de aprendizaje mostradas por la capacidad de generación de electricidad solar fotovoltaica y eólica en las últimas décadas parecen no tener precedentes. Ahora que estas tecnologías están disponibles a costes competitivos con los de los titulares de combustibles fósiles en muchas partes del mundo, o por debajo de ellos, es probable que continúen las altas tasas de crecimiento.

La retroalimentación entre la caída de los costes y el aumento de la demanda de la nueva tecnología es suficiente para explicar tanto la aproximación temprana al crecimiento exponencial de la tecnología insurgente como el estancamiento y luego el declive de las tecnologías fósiles establecidas, una vez que se ha superado la paridad de costes en los mercados clave.

Fuera del contexto estricto de las tecnologías limpias, cabe observar cómo casi todas las actividades industriales muestran signos de una 'curva de aprendizaje'. Así, en una industria tras otra, a medida que aumenta el volumen, los precios caen. No se trata simplemente de las economías de escala. Más bien, la curva de aprendizaje tiene que ver tanto con la escala como con la integración de lecciones e innovaciones que se acumulan con el tiempo. De hecho, tal invariante (el efecto aprendizaje), el que en cada duplicación acumulada de unidades producidas los costes disminuirán en un porcentaje constante, se conoce como "Ley de Wright", pues fue "descubierta" por el ingeniero aeroespacial Theodore Paul Wright en 1936²³, al comprender que el progreso aumenta con la experiencia: cada aumento porcentual en la pro-

²³ Wright, T. P. (1936). Factors Affecting the Cost of Airplanes. Journal of the Aeronautical Sciences, 3(4), 122–128. https://doi.org/10.2514/8.155

ducción acumulada en una industria concreta da como resultado un porcentaje fijo de mejora en la eficiencia de la producción.

Wright determinó esto mientras estudiaba la fabricación de aviones: por cada duplicación de la producción de aviones, la mano de obra se reducía en un 10-15%, esto es, el coste de producir el avión número 2000 fue un 15 % menor que el de producir el avión número 1000, y el coste de producir el avión número 4000 fue un 15 % menor que el de producir el avión número 2000. Así, en la Figura 4, se muestra la forma que adopta esta curva cuando se traza en un papel normal de sección transversal, lo que permite observar la variación de la relación entre la mano de obra y la materia prima a medida que varía la cantidad.

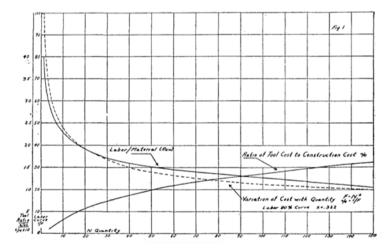


Figura 4. Curva de Aprendizaje de Wright²⁴.

La teoría de la curva de aprendizaje se basa en la simple idea de que el tiempo requerido para realizar una tarea disminuye a medida que el trabajador gana experiencia. El concepto básico es que el tiempo, o coste, de realizar una tarea (por ejemplo, producir una unidad de producción) dismi-

²⁴ Fuente: Wright (1936:122)

nuye a una tasa constante a medida que la producción acumulada se duplica. A medida que una empresa acumula experiencia en la producción de un producto o servicio existe la oportunidad de reducir los costes de "aprender haciendo": cuanto más produce una empresa, más aprende a producir de forma eficiente.

La curva del aprendizaje es parte de los efectos de la experiencia, pero esta última prevé otros factores causales del incremento de la productividad, como lo son la especialización del trabajo, los inventos y mejoras en los equipos y procesos, la utilización de nuevos materiales, el proceso de estandarización de insumos y el rediseño de los productos. Las curvas de aprendizaje son útiles para preparar estimaciones de costes, licitar pedidos especiales, establecer estándares laborales, programar requisitos laborales, evaluar el desempeño laboral y establecer tasas salariales de incentivo y también para analizar el progreso tecnológico, reconocido como el principal impulsor del crecimiento económico, si bien conviene reconocer que, dado que el progreso tecnológico depende de la innovación, algo nuevo e inesperado, intentar pronosticarlo puede parecer un oxímoron,

La anterior aseveración acrecienta los desafíos de la transición hacia una economía desfosilizada, juntándose a otros como la necesidad de infraestructura adecuada para integrar grandes cantidades de energía renovable en la red eléctrica, el almacenamiento a largo plazo de energía y la adaptación de las políticas energéticas para promover la inversión en tecnologías limpias. Además, la velocidad de la transición varía según la región, y los países en desarrollo enfrentan barreras significativas, como la falta de acceso a financiación y tecnología. No obstante, la desfosilización también representa una gran oportunidad. Las energías renovables no solo tienen el potencial de mitigar el calentamiento global, sino que también pueden generar empleo en sectores como la manufactura, la instalación y el mantenimiento de infraestructuras renovables. Además, la transición a una economía basada en energías limpias podría reducir la dependencia de recursos fósiles importados, mejorando la seguridad energética de muchos países.

A tenor de lo expuesto, la lección para la política climática es clara: el mayor impacto que se puede obtener es reducir el costo de las tecnologías que reducen las emisiones de carbono, hasta el punto de que las tecnologías limpias son la forma más barata de proporcionar energía, alimentos y transporte que todos en todo el mundo. De ahí, que este ensayo participe plenamente de la doxa de que aquellas empresas, instituciones u organizaciones y gobiernos que asuman ir más allá del desempeño del conocido como "desafío cero neto", esto es, aquellas que no ven la sostenibilidad simplemente a través una lente de informes de cumplimiento ambiental, social y de gobierno corporativo (ESG), sino que despliegan una perspectiva de la sostenibilidad como una fuente de ventaja competitiva duradera, dispondrán de un nicho de oportunidad para acceder a nuevos mercados y ampliando significadamente su espacio para crear valor para los accionistas. Tales empresas quizás deberían comenzar calculando y auditando su huella de carbono a través de un análisis del perfil o curva de carbono (junto con las huellas correspondientes de sus pares sectoriales) donde poder evaluar la estructura (aguas abajo y arriba de los tres alcances de las emisiones de GEI: directas - emisiones en sus propias plantas de fabricación y oficinas -, indirectas de la electricidad - compra de electricidad y calor de terceros - y otras indirectas - emisiones de la cadena de suministro -) que se generan en cada una de las fases del ciclo de vida de sus productos (desde la extracción de las materias primas que los componen hasta el destino al abandono de los mismos), propiciando así la identificación de oportunidades de reducción de emisiones de GEI. Además, será necesario que los gobiernos y las instituciones internacionales impulsen políticas claras y ambiciosas para acelerar la desfosilización, incluyendo, por ejemplo, la implementación de precios al carbono, la eliminación progresiva de los subsidios a los combustibles fósiles y la promoción de marcos regulatorios que favorezcan la inversión en energías limpias.

3.3.2. La Desfosilización como Estrategia Central hacia la Sostenibilidad Global

Uno de los pilares más importantes de la mitigación es la *desfosilización*, es decir, el proceso de sustituir los combustibles fósiles como el petróleo, el

carbón y el gas natural por fuentes de energía renovables como la solar, eólica, hidráulica y geotérmica. Los combustibles fósiles son responsables de la mayor parte de las emisiones de CO2, que es el principal gas de efecto invernadero. Por lo tanto, la transición hacia una economía basada en energías limpias es esencial para evitar que las temperaturas globales continúen subiendo a niveles peligrosos.

La desfosilización no solo es una necesidad ambiental; también es una oportunidad para transformar las economías en formas más resilientes, sostenibles y equitativas. A medida que las tecnologías renovables se vuelven más accesibles, gracias a las *curvas de aprendizaje* que han reducido sus costos, se está haciendo cada vez más evidente que la mitigación es viable desde una perspectiva económica, además de ser imperativa desde un punto de vista ético y ambiental.

Si bien la *adaptación* es un componente inevitable de cualquier estrategia climática – dado que algunos efectos del calentamiento global ya son irreversibles –, enfocarse únicamente en ella sin priorizar la *mitigación* puede ser un error estratégico. La adaptación, por sí sola, no puede prevenir los futuros impactos del calentamiento global si las emisiones continúan a un ritmo elevado. Por tanto, la mitigación debe ser vista como la primera línea de defensa para limitar los peores efectos del calentamiento global.

Uno de los riesgos de priorizar la adaptación sobre la mitigación es que implica asumir que los daños futuros son inevitables y que la única opción es tratar de minimizar su impacto. Esta mentalidad puede ser peligrosa porque fomenta la inacción frente a la urgente necesidad de reducir las emisiones de carbono. La adaptación es una respuesta necesaria, pero la mitigación es la única estrategia que puede evitar que los impactos del calentamiento global lleguen a un punto en el que la adaptación ya no sea suficiente.

Por otro lado, aunque la mitigación debe ser la prioridad, es importante reconocer que ambas estrategias –mitigación y adaptación– son complemen-

tarias. La transición hacia una economía desfosilizada reducirá la necesidad de medidas de adaptación a largo plazo, al frenar los efectos del calentamiento global. Al mismo tiempo, las estrategias de adaptación deben diseñarse de manera que faciliten la mitigación, como en el caso de las ciudades sostenibles, donde la infraestructura verde no solo protege contra inundaciones, sino que también captura carbono. Para que esta integración sea efectiva, es crucial que los gobiernos y las instituciones internacionales trabajen en colaboración, estableciendo objetivos claros y mecanismos de financiación que apoyen tanto las acciones de mitigación como las de adaptación. Además, es ineludible que las políticas climáticas sean inclusivas y equitativas, garantizando que los países en desarrollo, que a menudo son los más afectados por el calentamiento global, tengan los recursos y las herramientas necesarias para llevar a cabo una transición justa.

A este respecto, no está de más recordar que el *Acuerdo de París* de 2015 estableció un compromiso global para limitar el calentamiento global a menos de 2 °C por encima de los niveles preindustriales, con el objetivo de intentar limitar el aumento a 1.5 °C. Este objetivo solo puede lograrse mediante una reducción masiva y coordinada de las emisiones de GEI en todos los sectores de la economía, desde la energía y el transporte hasta la agricultura y la industria. Alcanzar este objetivo requerirá que los países aumenten sus ambiciones y presenten compromisos más estrictos para reducir sus emisiones, lo que implica la adopción masiva de tecnologías renovables y la desfosilización de sus economías.

Además, algunos sectores, como la industria pesada y la aviación, representan desafíos más complejos para la desfosilización. No obstante, tecnologías emergentes como el *hidrógeno verde* y los *combustibles sintéticos* podrían desempeñar un papel clave en la reducción de las emisiones en estos sectores difíciles de mitigar. Para que estas soluciones tecnológicas se vuelvan competitivas, será crucial apoyar la investigación y el desarrollo, así como generar las condiciones políticas y económicas necesarias para su despliegue.

Por el contrario, la inacción en materia de mitigación conlleva riesgos existenciales. Si el calentamiento global sigue avanzando sin restricciones, los impactos serán devastadores para la biodiversidad, los ecosistemas y las poblaciones humanas. Aumentos en el nivel del mar, fenómenos meteorológicos extremos más frecuentes e intensos, y la pérdida de hábitats críticos como los bosques tropicales son solo algunos de los resultados posibles de un fracaso en las estrategias de mitigación.

Además, las consecuencias económicas de no mitigar el calentamiento global serán enormes. Los daños a la infraestructura, la disminución de la productividad agrícola, las crisis migratorias y la escasez de agua y alimentos podrían generar una desestabilización global que afectará tanto a las economías desarrolladas como a las en desarrollo. En este contexto, la inversión en tecnologías renovables y la adopción de políticas de mitigación no solo representan una solución climática, sino también una estrategia para asegurar la estabilidad económica y política a largo plazo. La *mitigación* no es solo una opción entre muchas, es una necesidad imperiosa. Sin una reducción drástica de las emisiones globales, la capacidad de las sociedades para adaptarse a los efectos del calentamiento global se verá gravemente comprometida. La desfosilización, impulsada por el despliegue de tecnologías renovables cada vez más asequibles y eficientes, ofrece una de las mejores soluciones para mitigar el calentamiento global. Las *curvas de aprendizaje* de estas tecnologías muestran que estamos en el camino correcto, pero la velocidad de la transición debe acelerarse.

Mitigar el calentamiento global no es solo una cuestión de supervivencia, sino una oportunidad para reimaginar nuestras economías y sociedades hacia un futuro más equitativo, resiliente y próspero. Si bien la adaptación es inevitable en ciertos contextos, solo mediante una acción decidida en favor de la mitigación podremos evitar los peores escenarios climáticos.

La policrisis que enfrentamos hoy es un recordatorio contundente de que los problemas globales están interconectados y que no pueden abordarse de manera aislada. El sistema capitalista, en su forma actual, está contribuyendo activamente a la intensificación de estas crisis. Sin embargo, existen alternativas viables que, si se implementan de manera adecuada, podrían ofrecer una salida a esta encrucijada.

La transición hacia modelos económicos más sostenibles y justos requiere no solo un cambio en las políticas gubernamentales, sino también un cambio cultural profundo. Es imperativo que tanto los ciudadanos como las instituciones comprendan que el bienestar de las generaciones futuras depende de las decisiones que tomemos hoy. Solo a través de una acción colectiva, que abarque la cooperación internacional, la innovación tecnológica responsable y la implementación de nuevos paradigmas económicos, podremos construir un futuro en el que la humanidad y el planeta puedan prosperar en armonía, para ello si no actuamos sobre el calentamiento global, más pronto que tarde, nuestra generación asistirá al funeral del Holoceno, por tanto, deberíamos hacer todo lo posible para evitar contribuir con más CO2 al medio ambiente. Si obviamos esta advertencia, el privilegio de las grandes civilizaciones, soñar y dar forma al futuro, ya no será nuestro.

4. Monopolios Tecnológicos y Dominación Global: Basado en el informe de ASPI

El dominio de las tecnologías críticas es un factor clave en la configuración del poder geopolítico y económico en el siglo XXI. A medida que la competencia tecnológica entre naciones se intensifica, el informe de ASPI "Two-Decade Critical Technology Tracker" revela una carrera por la supremacía tecnológica en campos estratégicos como la inteligencia artificial, la computación cuántica, la energía renovable y los sistemas de comunicación avanzados. Esta lucha por el control de tecnologías críticas no solo tiene implicaciones económicas, sino también profundas consecuencias en términos de seguridad nacional, soberanía tecnológica y la posibilidad de que surjan monopolios globales con el poder de influir en el futuro de la humanidad.

En esta sección, se analizará cómo la competencia por el dominio de estas tecnologías críticas está transformando la dinámica de poder global, destacando el liderazgo de China y Estados Unidos, los riesgos de monopolios tecnológicos, y las implicaciones para la política internacional. Además, se explorará cómo las naciones y organizaciones internacionales pueden trabajar para mitigar los riesgos asociados con una concentración excesiva del poder tecnológico en manos de unos pocos actores.

4.1. El Liderazgo de China en Tecnologías Críticas

El informe de ASPI revela una tendencia clara: China ha emergido como un líder global en 57 de las 64 tecnologías críticas rastreadas, lo que marca un cambio dramático respecto a las dos últimas décadas. Áreas clave como la inteligencia artificial (IA), los circuitos integrados avanzados, la computación cuántica, y las energías renovables han visto cómo China ha superado a Estados Unidos y a otros actores tradicionales en términos de producción científica y desarrollo de tecnologías. Este ascenso ha sido impulsado por una combinación de inversión masiva en investigación y desarrollo (I+D), una estrategia industrial coordinada a nivel estatal y un enfoque en la formación de talento científico y tecnológico.

El liderazgo chino en estas tecnologías plantea una serie de desafíos para el orden global. En primer lugar, está el riesgo de que China utilice su ventaja tecnológica para consolidar su influencia en regiones estratégicas, como Asia-Pacífico y África, donde ya ha establecido relaciones económicas a través de iniciativas como la *Belt and Road Initiative*. Al mismo tiempo, este dominio tecnológico podría reforzar su capacidad para competir económicamente con Estados Unidos y otros países occidentales, especialmente en sectores estratégicos como la defensa, la ciberseguridad y la energía.

Además, el control de China sobre tecnologías críticas como la IA y la computación cuántica puede otorgarle una ventaja significativa en términos de poder militar y geopolítico. La IA es clave para el desarrollo de sistemas

autónomos de defensa, mientras que la computación cuántica tiene el potencial de revolucionar la criptografía, lo que podría debilitar la capacidad de otras naciones para proteger sus comunicaciones y datos confidenciales.

4.2. Competencia entre Estados Unidos y China: Un Nuevo Orden Tecnológico Global

La competencia entre Estados Unidos y China por el dominio de las tecnologías críticas es uno de los aspectos más importantes del nuevo orden tecnológico global. Durante las primeras décadas del siglo XXI, Estados Unidos lideró en muchas de estas tecnologías gracias a su inversión en I+D, su cultura de innovación y su capacidad para atraer talento global. Sin embargo, en los últimos años, China ha alcanzado e incluso superado a Estados Unidos en muchos aspectos, lo que ha generado tensiones geopolíticas y comerciales significativas.

Esta carrera por el dominio tecnológico tiene varias dimensiones:

- Inversión en I+D: China ha aumentado significativamente su gasto en investigación y desarrollo, superando a Estados Unidos en términos absolutos en varios sectores estratégicos. Esta inversión no solo está dirigida por el gobierno central, sino también por empresas tecnológicas privadas como Huawei, Tencent y Alibaba, que juegan un papel crucial en el ecosistema de innovación del país.
- Proteccionismo Tecnológico: En respuesta al ascenso de China, Estados Unidos ha implementado medidas de protección tecnológica, incluidas restricciones a la exportación de tecnologías avanzadas a empresas chinas, como las sanciones impuestas a Huawei. Esta política de "decoupling" (desvinculación) busca limitar el acceso de China a tecnologías estratégicas, pero también ha generado incertidumbre en el mercado global y podría desencadenar una fragmentación de la cadena de suministro tecnológica.

• Talento y Educación: La competencia por el talento científico y tecnológico es otra área clave en esta carrera. Tanto China como Estados Unidos están invirtiendo en la formación de científicos, ingenieros y expertos en tecnologías emergentes, conscientes de que el capital humano es uno de los factores más determinantes en la capacidad de innovación de una nación. Las universidades chinas, en colaboración con empresas estatales, han jugado un papel importante en la creación de este talento, lo que ha permitido a China avanzar en la investigación de frontera en muchas áreas críticas.

4.3. Los Monopolios Tecnológicos de China y de los Argocapitalistas: Riesgos y Consecuencias Globales

Uno de los mayores riesgos que plantea el liderazgo de China en tecnologías críticas es la posibilidad de que surjan *monopolios tecnológicos*. Según el informe de ASPI, China ya presenta un riesgo de monopolio en 24 de las 64 tecnologías críticas analizadas, incluidas áreas clave como los motores avanzados de aeronaves, la robótica colaborativa y los sistemas de comunicación avanzada. Este riesgo de monopolio no se refiere solo a la producción o comercialización de estas tecnologías, sino también al control del conocimiento científico y la capacidad de investigación en estas áreas, lo que tiene implicaciones mucho más amplias.

La concentración del poder tecnológico en un solo país o en un grupo reducido de actores (argocapitalistas) presenta varias amenazas, a saber:

Dependencia Global: Si una sola nación o un pequeño grupo de empresas domina una tecnología crítica, otros países se vuelven dependientes de estas entidades para acceder a esa tecnología. Esto puede comprometer su soberanía tecnológica y limitar su capacidad para competir en igualdad de condiciones en el mercado global.

- Control sobre la Innovación: Los monopolios tecnológicos tienen la capacidad de controlar el ritmo y la dirección de la innovación. Si un actor
 dominante decide ralentizar el desarrollo de una tecnología o establecer
 altos precios para su acceso, puede impedir el progreso en otras regiones o sectores.
- Seguridad Nacional: La tecnología está intrínsecamente vinculada a la seguridad nacional, especialmente en áreas como la defensa, la inteligencia y la ciberseguridad. Un monopolio tecnológico en estas áreas podría comprometer la capacidad de otros países para protegerse de amenazas externas y mantener su infraestructura crítica.
- Desigualdad Económica y Social: Si los monopolios tecnológicos controlan el acceso a tecnologías críticas, existe el riesgo de que se amplíen las desigualdades tanto a nivel internacional como dentro de los países.
 Las naciones y regiones que no tengan acceso a estas tecnologías estarán en desventaja, lo que podría profundizar las divisiones económicas y sociales.

Dada la magnitud de los riesgos asociados con los monopolios tecnológicos, es fundamental que las naciones trabajen en estrategias para mitigar estos peligros. Entre las principales sugerencias o recomendaciones que podrían implementarse a nivel global y regional cabe señalar las siguientes:

• Fomento de la Cooperación Internacional: Uno de los pasos más importantes para mitigar los riesgos de los monopolios tecnológicos es fomentar la cooperación internacional en investigación y desarrollo. Los esfuerzos colaborativos entre países pueden ayudar a distribuir el conocimiento y evitar que una sola nación controle una tecnología crítica. Organizaciones como la *Unión Europea*, que ha desarrollado programas de colaboración tecnológica como *Horizon Europe*, ofrecen un modelo para cómo las naciones pueden compartir los beneficios de la investigación científica y tecnológica.

- Regulación Antimonopolio y Competencia Justa: Los gobiernos deben establecer marcos regulatorios que promuevan la competencia justa y eviten la creación de monopolios tecnológicos. Las leyes antimonopolio deben actualizarse para reflejar las particularidades de las industrias tecnológicas modernas, y los organismos reguladores deben estar preparados para intervenir cuando empresas dominantes utilicen prácticas anticompetitivas para consolidar su control sobre el mercado.
- Diversificación de las Cadenas de Suministro: Para reducir la dependencia de un solo país o actor en el suministro de tecnologías críticas, es crucial diversificar las cadenas de suministro globales. Esto incluye la creación de acuerdos comerciales y asociaciones estratégicas que permitan a los países acceder a tecnologías avanzadas sin depender exclusivamente de un proveedor. La reciente formación del *Quad* entre Estados Unidos, India, Japón y Australia es un ejemplo de cómo las naciones pueden trabajar juntas para garantizar el acceso seguro y diversificado a tecnologías críticas.

A tenor de lo analizado, parece evidente que el dominio de las tecnologías críticas definirá el equilibrio de poder global en las próximas décadas. Mientras China avanza rápidamente en su liderazgo en áreas clave, Estados Unidos y Europa, más allá de meras restricciones arancelarias, deberían responder con políticas que fomenten la innovación, la cooperación internacional y la regulación efectiva al objeto de sortear la concentración del poder tecnológico en manos de unos pocos actores.

A mayores, cabe columbrar que el futuro del poder tecnológico global dependerá no solo de la capacidad de las naciones para innovar, sino también de su habilidad para gestionar los riesgos asociados con los monopolios tecnológicos y garantizar que los beneficios de la tecnología se distribuyan de forma equitativa en todo el mundo. De hecho, la competencia por las tecnologías críticas supera con mucho a la carrera por la supremacía económica. Se trata, en definitiva, de una lucha por el futuro del poder geopolítico, la soberanía tecnológica y la seguridad global.

En este contexto, la disrupción tecnológica, en especial la que conlleva la digitalización con su carga de automatización algorítmica en simbiosis con la computación cuántica, no solo remodelará los mercados y las industrias, sino que también redefinirá las relaciones entre las naciones y el equilibrio de poder global. Tan solo aquellos con grandes dosis de abanto pueden esperar prosperar en este nuevo mundo que se avizora sin que las naciones colaboren, compitan de forma justa y sin desarrollar políticas que mitiguen los riesgos de monopolios tecnológicos, ni garantizar que el futuro sea inclusivo y resiliente para todos.

5. Horizonte2030: El Rol de la Educación Superior

Las universidades del futuro deberán ser mucho más que instituciones tradicionales de enseñanza; se convertirán en centros de innovación y experimentación, donde los estudiantes no solo aprendan a dominar las tecnologías emergentes, sino también a cuestionar su impacto en la sociedad y a diseñar soluciones para un mundo más sostenible y equitativo. La educación será el motor que impulse la transición hacia un futuro en el que las tecnologías disruptivas, como la inteligencia artificial generativa y la computación cuántica, estén al servicio del bien común y del progreso humano.

El éxito en este desafío dependerá de la capacidad de las universidades para reformarse y adaptarse a un entorno cambiante, integrando nuevas metodologías de aprendizaje, adoptando tecnologías avanzadas y colocando a la ética y la justicia social en el centro de sus programas educativos. Los estudiantes del futuro serán no solo tecnólogos, sino también ciudadanos globales comprometidos con la creación de un mundo más inclusivo, sostenible y justo. Si las instituciones educativas logran cumplir con estas expectativas, las nuevas generaciones estarán preparadas para liderar con éxito la era de la disrupción tecnológica y enfrentar los retos globales del siglo XXI.

5.1 Las Habilidades Futuras de las Próximas Generaciones de Estudiantes Universitarios

El futuro del trabajo y la disrupción tecnológica no solo transformarán el entorno laboral y las industrias, sino que también tendrán un impacto profundo en el sistema educativo, particularmente en la formación universitaria. Las universidades, como instituciones que preparan a las nuevas generaciones de trabajadores, investigadores y líderes, deberán adaptarse rápidamente para satisfacer las demandas de un entorno cada vez más tecnológico, incierto y competitivo. Para lograrlo, es esencial que los estudiantes universitarios adquieran nuevas capacidades y habilidades educativas que los preparen no solo para empleos emergentes, sino también para un mundo en constante evolución, donde la adaptabilidad y el aprendizaje continuo serán esenciales.

A continuación, se detallan las habilidades, competencias y reformas educativas necesarias para que las próximas generaciones de estudiantes puedan prosperar en el horizonte 2030 y más allá.

5.1.1. Educación Tecnológica Avanzada: Computación Cuántica e Inteligencia Artificial (IA)

Una de las áreas donde la educación universitaria deberá evolucionar más rápidamente es en la formación en tecnologías avanzadas, como la computación cuántica y la inteligencia artificial (IA), que se perfilan como piedras angulares del futuro científico y económico global, a saber:

 Alfabetización en Computación Cuántica: Para el horizonte 2030, la computación cuántica dejará de ser una tecnología experimental confinada a laboratorios avanzados y se integrará gradualmente en sectores como la criptografía, la optimización de sistemas y la simulación de procesos complejos. Esto requerirá que los estudiantes universitarios no solo comprendan los principios fundamentales de la física cuántica, sino que también puedan aplicar esta tecnología a problemas prácticos. Los programas educativos tendrán que incorporar cursos específicos sobre computación cuántica, familiarizando a los estudiantes con algoritmos cuánticos, lógica cuántica y el hardware cuántico, así como sus aplicaciones en industrias clave como las finanzas, la biotecnología y la defensa.

• Formación en Inteligencia Artificial Generativa: La inteligencia artificial (IA) generativa es una tecnología que, para 2030, transformará cómo se producen contenidos y cómo se abordan problemas complejos en múltiples sectores. Esto requerirá que las universidades no solo ofrezcan formación básica en IA, sino que desarrollen programas que permitan a los estudiantes colaborar activamente con sistemas generativos. Los estudiantes deben aprender a entrenar modelos, a interpretar resultados y, lo más importante, a comprender las implicaciones éticas y sociales del uso de IA en la automatización de la creatividad, la ciencia, la investigación y la toma de decisiones.

La combinación de la alfabetización cuántica y la competencia en IA generativa será esencial para cualquier carrera técnica o científica, y las universidades deben desarrollar programas interdisciplinares que integren estas competencias en grados que van desde la ingeniería hasta las ciencias sociales.

5.1.2. Habilidades Humanas Avanzadas: Adaptabilidad, Creatividad y Pensamiento Crítico

En un mundo donde las tecnologías avanzadas automatizarán muchas tareas cognitivas y repetitivas, las habilidades humanas avanzadas cobrarán una importancia aún mayor. Aunque la IA y la automatización generativa pueden replicar ciertos procesos creativos y de análisis, las capacidades humanas para resolver problemas complejos, abordar incertidumbres y tomar decisiones éticas seguirán siendo insustituibles, a saber:

- Adaptabilidad y Aprendizaje Continuo: La velocidad del cambio tecnológico requiere que los estudiantes adquieran una mentalidad flexible y adaptable. La formación universitaria deberá centrarse en preparar a los estudiantes no solo para el primer empleo, sino para una vida de aprendizaje continuo. Para ello, las universidades deben integrar módulos sobre metodologías de aprendizaje autónomo, enseñando a los estudiantes cómo actualizar sus conocimientos de manera constante. Este enfoque puede incluir la enseñanza de herramientas de autoevaluación, la búsqueda de información fiable y la implementación de rutinas de reciclaje profesional.
- Pensamiento Crítico y Ética Aplicada: En un entorno donde las máquinas tomarán muchas decisiones técnicas, la capacidad para evaluar críticamente el impacto de esas decisiones y garantizar que estén alineadas con los valores éticos y sociales será crucial. Las universidades deben ofrecer formación en pensamiento crítico, ayudando a los estudiantes a analizar, cuestionar y desafiar las implicaciones de las innovaciones tecnológicas, políticas y científicas. Además, deben incluir cursos integrales de ética aplicada que enseñen a los estudiantes a abordar los dilemas éticos que surgen en la intersección entre la tecnología y la sociedad.
- Creatividad Multidisciplinaria: Aunque la IA generativa puede automatizar ciertos procesos creativos, la capacidad humana para encontrar soluciones innovadoras a problemas complejos seguirá siendo única. Las universidades deben fomentar la creatividad multidisciplinaria mediante programas que permitan a los estudiantes trabajar en proyectos que combinen disciplinas como el arte, la ciencia, la tecnología y la filosofía. El objetivo debe ser que los estudiantes desarrollen la capacidad para crear conexiones inesperadas entre campos dispares, lo que es vital en un mundo donde la innovación disruptiva a menudo surge de la intersección entre disciplinas.

5.1.3. Capacitación en la Gestión de Sistemas Complejos y Colaboración Hombre-Máquina

Para el horizonte 2030, uno de los principales desafíos que enfrentarán los profesionales será la capacidad de gestionar sistemas cada vez más complejos. Esto incluye no solo sistemas tecnológicos avanzados, sino también sistemas sociales, económicos y organizativos que dependen de la interrelación entre tecnologías disruptivas y estructuras humanas, a saber:

- Colaboración Hombre-Máquina: Los estudiantes necesitarán estar capacitados para colaborar estrechamente con sistemas de inteligencia artificial y máquinas automatizadas. Esta colaboración no se limitará a la supervisión de IA, sino que implicará la capacidad para orquestar equipos híbridos, donde los humanos trabajen en estrecha sinergia con algoritmos para maximizar la productividad, la innovación y la resolución de problemas. Las universidades deberán incluir simulaciones prácticas donde los estudiantes interactúen con estos sistemas y aprendan a delegar, gestionar y coordinar procesos automatizados.
- Sistemas Complejos y Toma de Decisiones: Los entornos laborales y las organizaciones serán cada vez más interconectados, con tecnologías avanzadas que controlan múltiples niveles de producción, análisis de datos y operaciones estratégicas. La educación universitaria debe preparar a los estudiantes para comprender y gestionar estos sistemas complejos. Esto implica formación en modelado de sistemas, teoría de redes, gestión del riesgo y simulación de escenarios, competencias clave para quienes deberán tomar decisiones en un entorno donde las variables son dinámicas y multifactoriales.

5.1.4. Habilidades Globales y Sostenibilidad

El cambio climático, la transición energética y la necesidad de una economía más sostenible también serán fuerzas transformadoras en el futuro del trabajo. En este contexto, las universidades deben desempeñar un papel central en la formación de profesionales que no solo sean competentes en tecnología, sino que también comprendan los desafíos globales relacionados con la sostenibilidad y la justicia social, a saber:

- Sostenibilidad y Economía Circular: Para el año 2030, las empresas y organizaciones estarán cada vez más obligadas a cumplir con regulaciones ambientales más estrictas y a transitar hacia modelos sostenibles. Esto requerirá que los estudiantes universitarios comprendan los principios de la economía circular, el diseño sostenible, la energía limpia y las tecnologías de desfosilización. Las universidades deben asegurarse de que los programas de ingeniería, arquitectura, diseño y negocios integren la sostenibilidad como un pilar central.
- Competencias Globales y Diversidad Cultural: En un mundo globalizado, la capacidad para operar en entornos multiculturales será crucial. Los programas educativos deberán fomentar el desarrollo de competencias globales, incluyendo el aprendizaje de múltiples idiomas, la capacidad para trabajar en equipos diversos y una comprensión profunda de los desafíos geopolíticos y económicos globales. Estas competencias permitirán a los estudiantes navegar en un entorno laboral internacional, donde la colaboración entre naciones y regiones será fundamental para abordar problemas globales como el cambio climático y las crisis humanitarias.

5.1.5. Reformas Educativas y Nuevos Modelos de Aprendizaje

Para que las universidades puedan preparar a los estudiantes para el futuro del trabajo, será necesario reformar los modelos educativos tradicionales y adoptar enfoques más flexibles, interdisciplinarios y centrados en el estudiante, a saber:

• Educación Interdisciplinaria: Las universidades deberán abandonar los enfoques educativos rígidamente divididos en facultades y depar-

tamentos. En su lugar, deben fomentar la creación de programas interdisciplinarios, donde los estudiantes puedan combinar conocimientos de diversas áreas para abordar problemas complejos. Esto es especialmente relevante para la solución de problemas en tecnologías avanzadas y sostenibilidad, que requieren la integración de conocimientos de múltiples campos.

- Modelos de Aprendizaje Continuo y Modular: La educación universitaria no puede ser un evento único de cuatro o cinco años, sino que debe convertirse en un proceso continuo a lo largo de la vida laboral de los profesionales. Las universidades deben desarrollar programas modulares que permitan a los estudiantes volver periódicamente para adquirir nuevas competencias, actualizar sus habilidades o cambiar de campo. Este enfoque de aprendizaje continuo será esencial para que los trabajadores se mantengan competitivos en un entorno tecnológico dinámico.
- Tecnologías Educativas Avanzadas: Las universidades también deberán adoptar tecnologías avanzadas, como realidad aumentada (RA), realidad virtual (RV) y simulaciones al objeto de transformar la forma en que los estudiantes experimentan el aprendizaje. Para 2030, estas herramientas permitirán a los estudiantes interactuar con entornos de simulación avanzados que replican escenarios del mundo real, desde laboratorios de ciencia hasta entornos industriales y empresariales. Las universidades deben invertir en estas tecnologías para crear experiencias de aprendizaje inmersivo, donde los estudiantes puedan practicar habilidades complejas en un entorno seguro y controlado.
- Aprendizaje basado en proyectos y problemas: La educación futura deberá centrarse en metodologías activas, como el aprendizaje basado en proyectos (ABP) y el aprendizaje basado en problemas (ABP). En lugar de la memorización pasiva de conceptos, los estudiantes deberán trabajar en equipos multidisciplinarios para resolver problemas reales, utilizando tecnologías avanzadas y colaborando con diversas discipli-

nas. Esta metodología desarrollará habilidades prácticas, como la toma de decisiones, la gestión de proyectos, la creatividad y la innovación.

5.1.6. El Rol Fundamental de la Ética, la Inclusión y la Justicia Social

A medida que avanzamos hacia un futuro impulsado por la tecnología, las cuestiones éticas y la justicia social no deben quedar relegadas. El desarrollo y la implementación de nuevas tecnologías, como la IA y la computación cuántica, deben estar guiados por principios éticos sólidos que promuevan la equidad, la inclusión y el bienestar social, a saber:

- Ética Tecnológica y Privacidad: La disrupción tecnológica plantea dilemas éticos profundos, especialmente en relación con la privacidad, la vigilancia, el uso de datos personales y la toma de decisiones automatizadas. Las universidades deberán formar a los estudiantes en una comprensión ética profunda de los impactos de la tecnología en la sociedad. Esto incluye la necesidad de crear regulaciones justas que protejan los derechos individuales y colectivos frente al uso de IA y otras tecnologías disruptivas. Los estudiantes universitarios necesitarán habilidades para anticipar los riesgos éticos y sociales asociados con la implementación tecnológica en diferentes sectores.
- Inclusión y Accesibilidad Digital: La transformación digital puede exacerbar las desigualdades si no se gestionan adecuadamente. Para evitar la creación de una brecha tecnológica entre los que tienen acceso a las nuevas tecnologías y los que no, las universidades deben integrar la inclusión digital en sus programas educativos. Los estudiantes necesitarán competencias para diseñar tecnologías inclusivas que sean accesibles a todos los grupos sociales, incluidas las poblaciones más vulnerables. Esto implica el desarrollo de políticas y tecnologías que aseguren la participación equitativa en el uso y acceso a las herramientas tecnológicas.

 Responsabilidad Social Corporativa (RSC): Las nuevas generaciones deberán ser conscientes de su papel en la construcción de un mundo más justo y equitativo. Por ello, las universidades tendrán que fomentar una visión de la responsabilidad social corporativa que promueva modelos de negocio éticos y sostenibles. Los estudiantes deberán adquirir conocimientos en prácticas empresariales sostenibles, modelos de negocio circulares y gestión de empresas con un enfoque en la creación de valor social.

5.1.7. El Estudiante del Futuro: Un Perfil Integrado y Multidisciplinario

El estudiante universitario del horizonte 2030-2050 será una persona que domine tanto las habilidades tecnológicas como las competencias humanas. Será un individuo flexible, que pueda moverse entre disciplinas y adaptarse a múltiples contextos laborales. Los estudiantes no solo deberán ser expertos en su área de especialización, sino también generalistas capaces de aplicar sus conocimientos en un mundo interconectado y multidisciplinario.

El perfil del estudiante del futuro estará compuesto por las siguientes características:

- Competencia tecnológica avanzada: Manejo de herramientas de inteligencia artificial, computación cuántica, automatización y sistemas complejos.
- Pensamiento crítico y creativo: Habilidad para resolver problemas complejos, formular nuevas ideas y abordar dilemas éticos de manera reflexiva.
- Adaptabilidad y mentalidad de aprendizaje continuo: Capacidad para adaptarse a cambios rápidos en el entorno laboral y adquirir nuevas habilidades a lo largo de su vida profesional.

- Habilidades interpersonales y de colaboración: Capacidad para trabajar en equipos multiculturales y multidisciplinarios, colaborando tanto con humanos como con sistemas automatizados.
- Ética y responsabilidad social: Compromiso con la creación de un mundo más justo, sostenible e inclusivo.

5.2. Más Allá del Aprendizaje Continuo

El concepto de aprendizaje continuo ya se ha consolidado como un pilar fundamental en la educación moderna. Sin embargo, a medida que nos adentramos en el horizonte 2030, será crucial que el sistema educativo vaya más allá de este concepto y evolucione hacia enfoques más dinámicos e innovadores, impulsados por las nuevas tecnologías. Las metodologías educativas deben transformarse para preparar a los estudiantes no solo para adaptarse a un entorno laboral en constante cambio, sino también para liderar en un mundo donde la tecnología juega un papel dominante en todas las esferas de la vida.

Esta transformación educativa estará impulsada por tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (IA), la realidad aumentada (RA), la realidad virtual (RV), la gamificación y las plataformas de aprendizaje personalizadas. Estas herramientas no solo enriquecerán la experiencia de aprendizaje, sino que también cambiarán fundamentalmente cómo, cuándo y qué aprenden los estudiantes. El enfoque educativo del futuro será flexible, dinámico e inmersivo, adaptándose a las necesidades y preferencias de cada individuo, y creando oportunidades de aprendizaje continuo que sean accesibles en cualquier momento y lugar.

Las universidades, como instituciones clave en la preparación de las próximas generaciones, deberán estar a la vanguardia de esta revolución tecnológica, adoptando e integrando estas herramientas para asegurarse de que los estudiantes no solo estén equipados con las habilidades técnicas necesarias, sino también con las competencias interpersonales, cognitivas y sociales requeridas para enfrentar los desafíos del futuro globalizado y digitalizado.

A continuación, se presenta una reflexión detallada sobre los cambios en la metodología educativa que estas tecnologías facilitarán y cómo las universidades pueden preparar a las futuras generaciones para enfrentar los desafíos y oportunidades del futuro.

5.2.1. Inteligencia Artificial y Personalización del Aprendizaje

La inteligencia artificial (IA) ya ha comenzado a transformar la educación, pero su potencial completo aún está por desarrollarse. La capacidad de la IA para analizar grandes cantidades de datos y adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes permitirá la creación de experiencias de aprendizaje altamente personalizadas y efectivas.

5.2.1.1. Plataformas de aprendizaje adaptativo

Uno de los principales beneficios de la IA en la educación es su capacidad para personalizar el contenido y el ritmo de aprendizaje para cada estudiante. Las plataformas de aprendizaje adaptativo pueden analizar los patrones de rendimiento de los estudiantes y ajustar el contenido y los métodos de enseñanza en función de las necesidades individuales, a saber:

- Personalización del ritmo de aprendizaje: Los estudiantes podrán avanzar a su propio ritmo en lugar de seguir un enfoque estándar de "talla única". Aquellos que dominen los conceptos más rápidamente podrán pasar a temas más avanzados, mientras que aquellos que necesiten más tiempo o apoyo recibirán contenidos y ejercicios adicionales para reforzar su comprensión. Esto permitirá una educación más inclusiva, donde cada estudiante reciba exactamente el nivel de atención que necesita.
- IA como tutor personalizado: En lugar de depender exclusivamente de los profesores humanos, los estudiantes tendrán acceso a tutores basados en IA que pueden proporcionar explicaciones adicionales, sugerir recursos complementarios y ofrecer retroalimentación en tiempo real. Estos tutores podrán estar disponibles las 24 horas, permitiendo que

el aprendizaje se produzca en cualquier momento, lo que flexibiliza el proceso educativo.

5.2.1.2. Analítica del aprendizaje y retroalimentación inmediata

Las plataformas educativas impulsadas por IA también ofrecerán análisis detallados del progreso de los estudiantes. La analítica del aprendizaje proporcionará a los educadores y a los estudiantes información precisa sobre el rendimiento, lo que les permitirá identificar áreas de fortaleza y debilidad en tiempo real, a saber:

- Retroalimentación continua: En lugar de depender únicamente de los exámenes finales, la analítica del aprendizaje permitirá a los estudiantes recibir retroalimentación continua sobre su rendimiento. Esto fomentará un enfoque de mejora constante, donde los estudiantes puedan hacer ajustes en su estilo de aprendizaje antes de que los problemas se agraven.
- Predicción de dificultades futuras: La IA también puede anticipar cuándo un estudiante podría tener dificultades con un concepto en particular, interviniendo antes de que el problema afecte su rendimiento global. Este enfoque proactivo reducirá las tasas de fracaso y deserción, al tiempo que proporcionará una experiencia de aprendizaje más satisfactoria.

5.2.1.3. IA para la creación de planes de estudio personalizados

La IA no solo puede personalizar el ritmo de aprendizaje, sino que también puede ayudar a los estudiantes a diseñar sus propios itinerarios educativos en función de sus intereses y objetivos. Para el horizonte 2030-2050, los planes de estudio serán mucho más flexibles y personalizados, a saber:

Planes de estudio adaptados a carreras emergentes: La IA permitirá
que los planes de estudio se ajusten de manera rápida para responder a
las demandas cambiantes del mercado laboral. Los estudiantes podrán
ajustar sus itinerarios educativos para adquirir competencias en áreas

emergentes, como la computación cuántica o la ética de la inteligencia artificial, a medida que evolucionen los requisitos del mercado.

 Trayectorias educativas modulares: Los estudiantes no seguirán trayectorias académicas lineales, sino que podrán construir su propia formación seleccionando módulos educativos en función de sus intereses y las necesidades del mercado laboral. Esto fomentará un enfoque de "aprendizaje a la carta", donde los estudiantes tengan más control sobre su desarrollo profesional y académico.

5.2.2. Realidad Aumentada (RA) y Realidad Virtual (RV): Simulaciones y Experiencias Inmersivas

La realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV) están revolucionando la forma en que los estudiantes interactúan con el contenido académico. Estas tecnologías ofrecen una experiencia inmersiva que puede simular situaciones reales y entornos que de otro modo serían inaccesibles, lo que las convierte en herramientas educativas excepcionales.

5.2.2.1. Simulaciones de situaciones reales en RV y RA

Las simulaciones en realidad virtual y realidad aumentada permiten a los estudiantes experimentar situaciones del mundo real de una manera segura y controlada. Estas tecnologías son especialmente útiles en disciplinas donde la formación práctica es crucial, pero que pueden presentar riesgos o limitaciones logísticas, a saber:

Simulaciones en ciencias de la salud: Los estudiantes de medicina y
enfermería podrán practicar procedimientos complejos, como cirugías
o tratamientos de emergencia, en entornos simulados en RV, lo que les
permitirá desarrollar sus habilidades sin poner en riesgo a pacientes
reales. La capacidad de practicar repetidamente estos procedimientos
en un entorno virtual reducirá la curva de aprendizaje y mejorará la
confianza de los estudiantes.

Entrenamiento en ingeniería y arquitectura: Los estudiantes de ingeniería podrán trabajar en entornos simulados donde puedan diseñar, construir y probar prototipos sin los costos asociados con los materiales reales. En la arquitectura, la RA permitirá a los estudiantes visualizar y caminar a través de sus diseños en 3D antes de la construcción física.

5.2.2.2. Entornos de aprendizaje inmersivo en RV

La realidad virtual también tiene el potencial de crear entornos educativos inmersivos donde los estudiantes puedan aprender interactuando directamente con su entorno, a saber:

- Recreación de eventos históricos: En lugar de leer sobre un evento histórico, los estudiantes podrán "vivirlo" a través de simulaciones en RV, lo que hará que el aprendizaje sea mucho más impactante y memorable. Podrán interactuar con personajes históricos, caminar por ciudades antiguas o presenciar momentos clave de la historia en un entorno completamente inmersivo.
- Exploración de entornos científicos: En lugar de estudiar teoría, los estudiantes de biología o química podrían sumergirse en entornos moleculares y atómicos en RV, permitiéndoles ver en tiempo real cómo se comportan los elementos y moléculas, lo que facilita la comprensión de conceptos abstractos de una manera mucho más tangible.

5.2.2.3. Aprendizaje basado en escenarios y resolución de problemas en RA

La realidad aumentada permitirá a los estudiantes integrar el mundo físico y digital para resolver problemas complejos. Los escenarios aumentados pueden ser diseñados para que los estudiantes enfrenten desafíos en tiempo real mientras interactúan con objetos virtuales superpuestos sobre el mundo real, a saber:

- Solución de problemas en tiempo real: Los estudiantes de ingeniería, por ejemplo, podrían trabajar en un sistema de RA donde los fallos en una infraestructura sean simulados y deban ser corregidos. Con la RA, pueden ver cómo se comportan diferentes materiales, cómo se distribuye el peso en una estructura o cómo afecta el medio ambiente las instalaciones.
- Entrenamiento en habilidades blandas: La RA también puede ser utilizada para practicar habilidades interpersonales, como la negociación o la gestión de equipos. Los estudiantes podrían practicar conversaciones y negociaciones complejas con avatares realistas, mejorando sus habilidades en situaciones controladas.

5.2.3. Gamificación y Aprendizaje Basado en Juegos

La gamificación está demostrando ser una estrategia poderosa para aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes, y a medida que las tecnologías avanzan, su impacto en la educación se amplificará. Integrar elementos de juego en el aprendizaje, como recompensas, competencias y desafíos, puede transformar cómo los estudiantes se involucran con el material académico.

5.2.3.1. Sistemas de recompensas y motivación

La gamificación convierte el proceso de aprendizaje en una experiencia más atractiva al incorporar elementos de juego, como puntos, niveles y recompensas, que motivan a los estudiantes a completar tareas y progresar en sus estudios, a saber:

 Sistemas de niveles y logros: Los estudiantes podrán avanzar en niveles educativos, desbloquear contenidos exclusivos y recibir recompensas por su rendimiento académico. Este sistema no solo refuerza la motivación intrínseca, sino que también fomenta la competencia sana entre los estudiantes.

5.2.3.2. Aprendizaje basado en desafíos y competencias

El aprendizaje basado en desafíos es una metodología en la que los estudiantes aprenden enfrentando problemas o desafíos complejos que requieren el uso de sus conocimientos y habilidades para ser resueltos. La gamificación puede potenciar esta metodología creando entornos interactivos y competitivos, a saber:

 Competencias en tiempo real: Las plataformas gamificadas permitirán a los estudiantes competir en tiempo real en desafíos relacionados con sus campos de estudio. Esto no solo fomentará el aprendizaje activo, sino que también promoverá la colaboración y el intercambio de ideas entre los estudiantes.

5.2.4. Plataformas de Aprendizaje Autónomo y Redes Globales de Conocimiento

Las plataformas educativas en línea evolucionarán aún más para convertirse en sistemas autónomos que permitan a los estudiantes aprender de manera completamente autodirigida. La combinación de IA, analítica avanzada y contenidos educativos de alta calidad creará una red global de conocimiento accesible desde cualquier lugar del mundo.

5.2.4.1. Plataformas autónomas de aprendizaje permanente

Las universidades deben adoptar plataformas que ofrezcan oportunidades de aprendizaje permanente, donde los estudiantes puedan acceder a cursos y contenidos específicos cuando lo necesiten para actualizar o complementar sus conocimientos, a saber:

 Educación en cualquier momento y lugar: El aprendizaje autónomo permitirá a los estudiantes formarse continuamente a lo largo de sus vidas, accediendo a contenidos y recursos educativos en cualquier momento y lugar. Las plataformas basadas en la nube serán el centro de esta nueva realidad educativa, permitiendo a los estudiantes gestionar su propio desarrollo profesional.

5.2.4.2. Redes globales de conocimiento

La educación ya no será una experiencia limitada a una sola institución. Las redes globales de conocimiento permitirán a los estudiantes conectarse con universidades, empresas y expertos de todo el mundo para intercambiar ideas, colaborar en proyectos y acceder a investigaciones de vanguardia, a saber:

 Colaboración global: Estas redes permitirán que los estudiantes colaboren en proyectos internacionales, accediendo a conocimientos de expertos en diferentes partes del mundo, creando así una experiencia educativa verdaderamente global.

5.3. Ética Tecnológica y la Innovación Inclusiva

A medida que la tecnología avanza y se convierte en una parte cada vez más integral de la sociedad, las universidades deben liderar el camino hacia una innovación inclusiva y éticamente responsable. Al preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos éticos del futuro, impulsar investigaciones que promuevan la equidad y la justicia, y fomentar un liderazgo comprometido con el bien común, las universidades tienen el poder de transformar no solo la tecnología, sino también la sociedad en su conjunto.

El enfoque de la ética tecnológica y la innovación inclusiva no solo es crucial para el desarrollo de una tecnología más equitativa y accesible, sino que también es una necesidad urgente en un mundo que enfrenta desafíos sociales, económicos y ambientales sin precedentes. Las universidades, como centros de conocimiento y transformación, tienen la responsabilidad y la capacidad de guiar esta evolución hacia un futuro donde la tecnología sea una

herramienta poderosa para mejorar la vida de todas las personas, sin dejar a nadie atrás.

5.3.1. El Rol de las Universidades

En un mundo donde las tecnologías emergentes están transformando todos los aspectos de la sociedad, el papel de las universidades va mucho más allá de la simple enseñanza de habilidades técnicas o científicas. Las instituciones académicas están llamadas a ser líderes en la creación de una cultura ética en torno a la tecnología, guiando a las próximas generaciones hacia un enfoque de innovación inclusiva. Esta visión implica desarrollar y aplicar tecnologías no solo con el objetivo de generar avances técnicos o económicos, sino también de promover la equidad, la justicia social y la inclusión, asegurando que los beneficios del progreso tecnológico lleguen a todas las personas, independientemente de su origen socioeconómico, género, etnia o capacidades.

El reto es considerable, pero las universidades están en una posición única para liderar este cambio. Mediante la investigación, la educación y la implementación de políticas, pueden desempeñar un papel clave en la promoción de un futuro más inclusivo, donde la tecnología sea una fuerza para el bien común. A continuación, se detallan algunas de las formas en que las universidades pueden encabezar iniciativas de innovación inclusiva y abordar los desafíos éticos que surgen en el contexto de la disrupción tecnológica.

5.3.1.1. La responsabilidad ética en la formación de los profesionales del futuro

Uno de los roles principales de las universidades es la formación de profesionales que, en el futuro, serán los responsables de diseñar, implementar y gestionar tecnologías avanzadas. En este contexto, es fundamental que los estudiantes no solo adquieran conocimientos técnicos, sino también un entendimiento profundo de los principios éticos que deben guiar su trabajo. A este respecto, en primer término, al objeto de garantizar que los futuros ingenieros, programadores, científicos y empresarios estén preparados para enfrentar los desafíos éticos del futuro, las universidades deben integrar la ética tecnológica como un componente central en todos los programas académicos. Esto implica no solo ofrecer cursos dedicados a la ética, sino también asegurar que las cuestiones éticas estén presentes en todas las materias y disciplinas, a saber:

- Ética aplicada en la ingeniería y la informática: En los programas de ingeniería, ciencias de la computación y otras disciplinas técnicas, la ética debe estar integrada en los cursos de diseño y desarrollo de tecnologías. Los estudiantes deben aprender a analizar las posibles implicaciones sociales y éticas de sus decisiones, desde la creación de algoritmos hasta la implementación de sistemas de inteligencia artificial (IA).
- Estudios de caso en ética tecnológica: Una metodología efectiva para enseñar ética es a través del uso de estudios de caso, que permitan a los estudiantes examinar situaciones reales en las que se han producido fallos éticos en el uso de la tecnología, como violaciones de la privacidad, sesgos en algoritmos o explotación laboral en la cadena de suministro tecnológica. Estos estudios de caso ayudan a los estudiantes a desarrollar su capacidad para identificar y abordar problemas éticos en sus futuras carreras.

Además, en las universidades también deben enseñar a los estudiantes deberían aprender los conceptos relacionados con la responsabilidad social tecnológica, que implica un enfoque proactivo para garantizar que las tecnologías que desarrollen no solo sean eficientes y funcionales, sino que también sean socialmente responsables y justas, a saber:

 Creación de tecnología inclusiva: Los estudiantes deben ser capacitados para diseñar tecnologías que tengan en cuenta las necesidades de todas las personas, incluidas las personas con discapacidades, las comunidades marginadas y las poblaciones en riesgo de exclusión digital. Esto implica el diseño de interfaces accesibles, algoritmos que eviten sesgos y sistemas que promuevan la inclusión.

Evaluación de impacto social: Antes de lanzar una tecnología al mercado, los profesionales deben ser capaces de realizar una evaluación de impacto social, que les permita identificar los posibles efectos positivos y negativos que su innovación podría tener sobre la sociedad, y actuar en consecuencia para minimizar los daños y maximizar los beneficios para todos.

5.3.1.2. La promoción de la innovación inclusiva desde la investigación académica

De forma conjunta a su papel en la formación de estudiantes, las universidades también son centros de investigación y es aquí donde pueden marcar una diferencia significativa en la creación de un futuro más inclusivo. Las universidades tienen el poder de dirigir la investigación hacia áreas que no solo impulsen el progreso tecnológico, sino que también promuevan la inclusión social y la justicia.

Una forma clave en que las universidades pueden liderar la innovación inclusiva es mediante la inversión en investigación que desarrolle tecnologías específicamente diseñadas para cerrar las brechas de inequidad y mejorar la calidad de vida de las poblaciones más vulnerables, a saber:

 Tecnologías para la accesibilidad: Las universidades pueden liderar investigaciones en tecnologías accesibles que permitan a personas con discapacidades participar plenamente en la sociedad. Esto incluye el desarrollo de interfaces adaptativas, tecnologías de asistencia, dispositivos de lectura para personas con discapacidades visuales y herramientas que faciliten la integración de personas con discapacidades en el entorno laboral. Innovación para las comunidades marginadas: La investigación académica puede enfocarse en desarrollar soluciones tecnológicas adaptadas a las necesidades de comunidades en situaciones de vulnerabilidad, como las comunidades rurales o en países en desarrollo. Por ejemplo, el desarrollo de sistemas de energía renovable descentralizados o tecnologías de bajo costo para la educación y la salud en áreas con recursos limitados puede tener un impacto transformador en estas poblaciones.

Adicionalmente, las universidades pueden actuar como catalizadores para la creación de ecosistemas de innovación inclusiva, que fomenten la colaboración entre académicos, empresarios, organizaciones gubernamentales y comunidades locales para desarrollar soluciones tecnológicas que promuevan el bienestar social y la equidad, a saber:

- Laboratorios de Innovación Social: Las universidades pueden establecer laboratorios de innovación social, donde los estudiantes y académicos trabajen conjuntamente con actores de la comunidad y el sector
 privado para abordar desafíos sociales mediante soluciones tecnológicas. Estos laboratorios pueden abordar problemas como el acceso a la
 salud, la educación, el empleo y la vivienda, mediante el desarrollo de
 tecnologías inclusivas que sean escalables y sostenibles.
- Colaboración con ONGs y gobiernos: Las universidades pueden asociarse con organizaciones no gubernamentales (ONGs) y gobiernos locales o nacionales para llevar la innovación tecnológica a comunidades desfavorecidas. Estas alianzas permiten que los avances académicos tengan un impacto directo en la vida de las personas, a través de proyectos como la creación de infraestructuras tecnológicas, el desarrollo de tecnologías de salud pública o la educación digital en áreas remotas.

5.3.1.3. La formación sobre la ética de los datos y la inteligencia artificial

Uno de los principales desafíos éticos del futuro será el uso de grandes volúmenes de datos y el desarrollo de tecnologías de inteligencia artificial (IA) que tienen un impacto significativo en la vida de las personas. Las universidades deben asegurarse de que los estudiantes comprendan los riesgos y beneficios asociados con estas tecnologías y se preparen para diseñar sistemas justos y transparentes.

El uso masivo de datos plantea cuestiones éticas fundamentales, como la privacidad, el consentimiento informado y el sesgo en los algoritmos. Las universidades deben educar a los estudiantes sobre la necesidad de crear sistemas que respeten los derechos de los individuos y las comunidades, a saber:

- Privacidad y consentimiento: Los estudiantes deben aprender a diseñar sistemas que protejan la privacidad de los usuarios y respeten el principio del consentimiento informado. Esto es crucial en una era donde los datos personales se recopilan, almacenan y utilizan a gran escala.
- Transparencia algorítmica y reducción del sesgo: Uno de los mayores desafíos en la IA es el sesgo algorítmico, que puede perpetuar la discriminación racial, de género o socioeconómica si no se aborda adecuadamente. Las universidades deben enseñar a los estudiantes a auditar y diseñar algoritmos que sean transparentes y que minimicen el sesgo, promoviendo la equidad y la justicia.

Por otro lado, la IA tiene el potencial de transformar industrias enteras, pero también plantea el riesgo de exclusión y concentración de poder si no se gestiona de manera adecuada. Las universidades deben fomentar un enfoque de IA responsable y beneficiosa para todos, además de amigable, que ponga a las personas en el centro del diseño y desarrollo de estas tecnologías, a saber:

- Desarrollo de IA ética: Los estudiantes deben ser entrenados para diseñar y desarrollar IA que sea ética, equitativa y que priorice el bienestar de las personas. Esto incluye la creación de IA que no solo sea eficiente, sino que también promueva la inclusión y la justicia.
- Aplicaciones de IA para el bien social: Las universidades deben fomentar la creación de IA que aborde problemas globales, como la pobreza, el cambio climático o las desigualdades en el acceso a la salud y la educación. La IA puede ser una poderosa herramienta para resolver problemas complejos, siempre que su desarrollo esté alineado con objetivos éticos y sociales.

5.3.1.4. El fomento del liderazgo ético en la industria y la innovación

El liderazgo ético no debe limitarse a los ámbitos académicos, sino que debe ser una competencia que los estudiantes lleven consigo a lo largo de sus carreras profesionales. Las universidades tienen la responsabilidad de formar líderes que no solo busquen el éxito económico o técnico, sino que también estén comprometidos con la creación de un impacto positivo en la sociedad.

Para ello, en primer término, las universidades pueden desarrollar programas de liderazgo ético que capaciten a los estudiantes para asumir roles de liderazgo en la industria, la política y las organizaciones sin fines de lucro, con un enfoque en la ética y la responsabilidad social. A su vez, los estudiantes deben aprender a liderar con un sentido de propósito, comprendiendo que el verdadero éxito no solo radica en la creación de valor económico, sino también en la creación de un impacto social positivo y duradero.

A mayores, las universidades deben promover un enfoque ético en la innovación empresarial, enseñando a los futuros emprendedores y líderes empresariales a integrar la responsabilidad social y la sostenibilidad en el corazón de sus negocios. Por su parte, los estudiantes deben aprender a crear empresas que no solo busquen maximizar las ganancias, sino que también se dediquen a resolver problemas sociales y ambientales. Esto puede lograrse mediante el desarrollo de modelos de negocio sostenibles, que incluyan prácticas de comercio justo, respeto por el medio ambiente y creación de empleo en comunidades vulnerables.

5.3.2. El Rol de la Regulación Tecnológica

La rápida evolución de las tecnologías emergentes ha creado un desafío crítico: ¿cómo garantizar que la innovación tecnológica, en su afán de acelerar el crecimiento y resolver problemas globales, no exacerbe las desigualdades o comprometa la ética? Aquí es donde entra en juego las Tecnologías de Regulación (RegTech), un campo emergente que utiliza tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial y los datos masivos, para facilitar la implementación de normativas en tiempo real y garantizar el cumplimiento ético de las empresas tecnológicas.

La RegTech tiene un papel fundamental en asegurar que las tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial, la biotecnología y la computación cuántica, se desarrollen de manera que respeten principios de justicia social, privacidad y equidad. En el contexto del capitaloceno, donde la tecnología ha sido históricamente utilizada para explotar recursos y ampliar desigualdades, la RegTech representa una herramienta clave para reorientar el uso de la tecnología hacia la creación de un mundo más sostenible e inclusivo.

5.3.2.1. La RegTech como guardián de la innovación inclusiva

La RegTech facilita la transparencia y la responsabilidad en el desarrollo de tecnologías avanzadas al permite que los gobiernos y las instituciones puedan monitorizar en tiempo real cómo se utilizan estas tecnologías, asegurando que las empresas respeten las normativas establecidas, particularmente en lo que respecta a la privacidad de los datos, la prevención de sesgos en los algoritmos, y el respeto por los derechos humanos.

En el marco de la innovación inclusiva, la RegTech ofrece la posibilidad de garantizar que las tecnologías emergentes no perpetúen los sistemas de explotación que caracterizan al capitaloceno. Por ejemplo, los algoritmos utilizados en el análisis de grandes volúmenes de datos pueden amplificar los sesgos inherentes a los datos de entrenamiento si no son auditados adecuadamente.

La RegTech puede asegurar que los algoritmos utilizados en decisiones automatizadas sean transparentes y equitativos, previniendo así que reproduzcan o agraven las desigualdades existentes, a saber:

- Monitoreo y cumplimiento automático: Las soluciones RegTech permiten a las empresas y a los reguladores auditar algoritmos en tiempo real, asegurando que respeten los principios éticos de equidad y transparencia. En el campo de la inteligencia artificial, donde los sesgos en los datos de entrenamiento pueden llevar a decisiones discriminatorias, la RegTech puede garantizar que las decisiones automatizadas se ajusten a estándares éticos predefinidos.
- Fomento de la innovación ética: La RegTech también puede fomentar una cultura de innovación ética al exigir que las empresas tecnológicas cumplan con regulaciones que protejan a los consumidores y las comunidades afectadas por las nuevas tecnologías. Esto asegura que el desarrollo tecnológico esté alineado con los principios de justicia social y equidad, evitando que los avances tecnológicos sirvan solo a los intereses de los más poderosos.

5.3.2.2. Facilitar la justicia climática a través de la RegTech

En el contexto del capitaloceno, la justicia climática es un pilar fundamental de cualquier discusión sobre innovación inclusiva y ética tecnológica. Las tecnologías avanzadas pueden jugar un papel clave en la mitigación del cambio climático, pero es vital que estas tecnologías se implementen de manera justa, asegurando que las comunidades más vulnerables no sean excluidas o perjudicadas por las transiciones tecnológicas. La RegTech puede ser utilizada para regular las tecnologías limpias y asegurarse de que estas no perpetúen las desigualdades económicas y sociales. Por ejemplo, el monitoreo de las emisiones de carbono y la implementación de políticas de desfosilización pueden beneficiarse enormemente de las soluciones RegTech, que permiten un seguimiento transparente y en tiempo real del cumplimiento de los compromisos climáticos de las empresas y los gobiernos.

Estas herramientas no solo aseguran el cumplimiento normativo de las políticas ambientales, sino que también permiten a las comunidades afectadas participar en la vigilancia del desempeño ambiental de las corporaciones y los gobiernos. En concreto:

- Regulación de tecnologías limpias: La RegTech puede ayudar a regular la adopción de tecnologías renovables y asegurar que los incentivos fiscales o subsidios se distribuyan equitativamente, promoviendo una transición justa hacia la desfosilización. Esto incluye asegurar que las comunidades en riesgo tengan acceso a los beneficios de la transición energética y que no sean marginadas en el proceso.
- Transparencia en la justicia climática: La RegTech puede facilitar la
 transparencia climática, permitiendo que los actores interesados puedan monitorear y auditar en tiempo real cómo se distribuyen los recursos y las oportunidades tecnológicas. Esto es particularmente importante para garantizar que los países en desarrollo, que a menudo
 sufren las peores consecuencias del cambio climático, reciban el apoyo
 tecnológico y financiero necesario.

5.3.2.3. El papel de la RegTech en la gobernanza adaptativa

En un mundo donde las tecnologías avanzan a una velocidad sin precedentes, la capacidad de los gobiernos para regular y adaptarse a estas disrupciones tecnológicas es clave para evitar crisis futuras y promover un desarrollo equitativo. En este contexto, la RegTech no solo ayuda a implementar normas preexistentes, sino que también puede facilitar una gobernanza adaptativa que responda rápidamente a la evolución tecnológica.

La naturaleza incierta del futuro tecnológico, con el auge de tecnologías como la inteligencia artificial, la computación cuántica y la biotecnología, requiere que las estructuras regulatorias puedan evolucionar rápidamente para hacer frente a nuevos desafíos. La RegTech ofrece una solución práctica para crear regulaciones ágiles que puedan adaptarse a los cambios tecnológicos y que aseguren la protección de los derechos humanos, la privacidad y la justicia económica en un contexto global.

5.3.2.4. Adaptabilidad regulatoria en un entorno de incertidumbre

La principal fortaleza de la RegTech es su capacidad para adaptarse a la evolución tecnológica en tiempo real. En lugar de esperar a que los gobiernos reformulen manualmente las normativas, la RegTech permite una regulación que se actualiza y ajusta de manera continua, monitoreando los riesgos emergentes y tomando medidas correctivas de manera proactiva. Esto es crucial en el contexto de futuros inciertos, donde los avances tecnológicos pueden traer consigo riesgos imprevistos.

Además, en aras a la mitigación de riesgos tecnológicos, parece claro que la RegTech puede ayudar a identificar y mitigar riesgos emergentes en tecnologías avanzadas, como los algoritmos de IA que generan decisiones discriminatorias o los riesgos de seguridad asociados a la computación cuántica. Al proporcionar análisis en tiempo real y auditorías automáticas, la RegTech facilita una gestión de riesgos más dinámica y precisa.

5.3.2.5. Impulsando la colaboración global a través de la RegTech

La regulación de las tecnologías críticas no puede ser un esfuerzo aislado. La naturaleza global de las innovaciones tecnológicas requiere una colaboración internacional que garantice que las tecnologías avanzadas sean reguladas de manera coherente y equitativa en todo el mundo. la RegTech puede facilitar esta cooperación, permitiendo que los marcos regulatorios nacionales estén alineados con los estándares globales y que los avances tecnológicos se implementen de manera responsable y ética a nivel mundial.

En particular, los esfuerzos para mitigar los riesgos climáticos y promover la transición energética se benefician enormemente de un enfoque RegTech colaborativo. Los países pueden compartir datos y monitorear en tiempo real el cumplimiento de los compromisos internacionales de reducción de emisiones, promoviendo la transparencia y asegurando que todos los actores involucrados cumplan con sus responsabilidades.

5.4. Preparación para Futuros Inciertos

5.4.1. Capacidades y Habilidades para Navegar un Entorno Complejo

La preparación de las nuevas generaciones de estudiantes universitarios no puede limitarse a transmitirles conocimientos o habilidades técnicas que respondan a los problemas actuales, sino que debe equiparlos para enfrentar y navegar en un futuro incierto. El mundo se enfrenta a una serie de transformaciones disruptivas —desde la aceleración tecnológica y la crisis climática, hasta los conflictos geopolíticos y los cambios sociales— que no solo plantean problemas concretos, sino que generan dilemas complejos, que no tienen respuestas fáciles ni soluciones inmediatas.

En este contexto, el éxito de los profesionales del futuro dependerá de su capacidad para adaptarse, innovar y tomar decisiones en entornos de alta incertidumbre, donde las variables son dinámicas y las implicaciones son profundas. Las universidades deben asumir un papel clave en preparar a los estudiantes para estos desafíos, enseñándoles a manejar la incertidumbre no solo como una fuente de riesgo, sino también como una oportunidad para el cambio positivo.

A continuación, se detalla una propuesta de cómo las universidades podrían equipar a los estudiantes con las habilidades y competencias necesarias para navegar en un futuro incierto, donde los dilemas complejos, mucho más que los simples problemas simples, definen el entorno.

5.4.1.1. Fomentar el pensamiento complejo y la adaptabilidad cognitiva

En un mundo incierto, los desafíos que enfrentan los estudiantes no se limitarán a problemas que tienen soluciones claramente definidas, sino que estarán compuestos por dilemas multidimensionales que requieren un pensamiento complejo y una alta adaptabilidad cognitiva. Los estudiantes deben aprender a enfrentar la ambigüedad, a lidiar con la falta de información completa y a integrar múltiples perspectivas en su proceso de toma de decisiones.

5.4.1.2. Enseñar a enfrentar la ambigüedad

Uno de los mayores obstáculos para enfrentar futuros inciertos es la ambigüedad, donde la información es incompleta o contradictoria, y no hay una solución clara. A menudo, los sistemas educativos tradicionales se centran en problemas bien definidos, pero en el mundo real, los estudiantes tendrán que lidiar con situaciones en las que los resultados son inciertos y las soluciones pueden no ser inmediatamente evidentes.

Así, las universidades pueden utilizar casos de estudio que incluyan dilemas sin respuestas claras, fomentando en los estudiantes la capacidad de identificar múltiples soluciones posibles y analizar sus riesgos y beneficios. Esto también implica enseñarles a sentirse cómodos trabajando en un entorno donde la incertidumbre es parte del proceso de toma de decisiones. Por su parte, los estudiantes deben aprender a tomar decisiones en situaciones o escenarios complejos, donde los resultados no pueden ser garantizados. Esto requiere la habilidad de equilibrar múltiples variables, manejar el riesgo y desarrollar estrategias para mitigar posibles impactos negativos. El pensamiento borroso,

seña de identidad de la Escuela de Economía Humanista de Barcelona, es clave en este enfoque.

5.4.1.3. Fomentar la adaptabilidad cognitiva

La capacidad de cambiar de enfoque, adoptar nuevas perspectivas y ajustar la forma en que los estudiantes piensan sobre los problemas será fundamental para navegar en un futuro incierto. Este tipo de flexibilidad mental, conocida como adaptabilidad cognitiva, permite a las personas adaptarse rápidamente a nuevas circunstancias y aprender de manera continua.

En este sentido, las universidades deben diseñar experiencias que expongan a los estudiantes a múltiples formas de pensar, permitiéndoles desarrollar una mentalidad abierta y adaptable. Esto puede incluir la participación en proyectos interdisciplinarios, donde los estudiantes tengan que combinar enfoques de diferentes campos para resolver un problema. Además, el empleo de simulaciones de escenarios futuros es una manera efectiva de fomentar la adaptabilidad cognitiva, ya que los estudiantes pueden ser expuestos a escenarios donde las variables cambian rápidamente, obligándolos a ajustar sus estrategias y a replantear sus suposiciones iniciales. Este enfoque les enseña a responder de forma ágil y a planificar para múltiples opciones o resultados.

5.4.2. Desarrollo de la Resiliencia Emocional y Mental

Navegar en un futuro incierto no solo exige habilidades cognitivas, sino también una fortaleza emocional y mental que permita a los estudiantes lidiar con el estrés, la presión y el fracaso. La resiliencia es una competencia esencial en este sentido, ya que capacita a las personas para recuperarse rápidamente de los reveses y seguir avanzando.

5.4.2.1. Incluir la resiliencia en los planes de estudio

Las universidades deben abordar de manera explícita el desarrollo de la resiliencia emocional en sus planes de estudio. Los estudiantes deben aprender a

manejar la frustración, los contratiempos y las situaciones desafiantes sin sentirse abrumados, desarrollando una mentalidad orientada hacia el crecimiento y la mejora continua. Para ello, las universidades pueden ofrecer talleres que ayuden a los estudiantes a desarrollar estrategias para manejar el estrés, la incertidumbre y las emociones negativas que a menudo acompañan los entornos inciertos. Esto podría incluir técnicas de mindfulness, gestión emocional y habilidades para el autocuidado. Y, a mayores, convendría la promoción del enfoque de una *mentalidad de crecimiento*, propuesto por la psicóloga Carol Dweck²⁵, clave para el desarrollo de la resiliencia, ya que enseñar a los estudiantes que los errores y el fracaso son oportunidades de aprendizaje, en lugar de señales de incompetencia, fomenta la capacidad de perseverar en medio de dificultades.

5.4.2.2. Superación del miedo al fracaso

En un futuro incierto, los fracasos serán inevitables. Sin embargo, muchos estudiantes llegan al mundo laboral con un miedo arraigado al fracaso, lo que puede limitar su capacidad de innovar o de asumir riesgos calculados. Las universidades deben normalizar el fracaso como parte del proceso de aprendizaje y crear entornos seguros donde los estudiantes puedan experimentar, fallar y aprender de sus errores. Para ello, las universidades pueden introducir el aprendizaje basado en el fracaso, en el que los estudiantes no solo reciban retroalimentación sobre sus éxitos, sino también sobre sus fracasos, con un enfoque en cómo pueden mejorar. Al mostrarles que el fracaso es una parte necesaria del proceso de innovación y crecimiento, los estudiantes aprenderán a asumir riesgos y a ver los errores como oportunidades de desarrollo.

5.4.3. Fomento de la Toma de Decisiones Éticas en la Incertidumbre

Los dilemas del futuro no solo serán técnicos o estratégicos, sino que muchos de ellos tendrán una fuerte dimensión ética. En un entorno incierto, los estudiantes necesitarán desarrollar una capacidad avanzada para tomar

²⁵ Carol Dweck, C. (2006) Mindset: The New Psychology of Success. Random House. https://aprendemosjuntos.bbva.com/especial/la-mentalidad-que-puede-cambiar-la-vida-de-un-nino-carol-dweck/

decisiones que equilibren las consideraciones éticas, sociales y ambientales. Esta capacidad de tomar decisiones responsables es crucial, ya que las implicaciones de las decisiones tecnológicas, políticas y empresariales pueden tener consecuencias a gran escala.

5.4.3.1. Capacitación en la resolución de dilemas éticos

Las universidades deben integrar la enseñanza de la resolución de dilemas éticos en contextos de alta incertidumbre. Esto requiere no solo el desarrollo de una comprensión de los principios éticos fundamentales, sino también la capacidad de aplicar estos principios en situaciones complejas donde no hay una respuesta clara o "correcta", a saber:

- Simulaciones de toma de decisiones éticas: Mediante simulaciones y
 ejercicios prácticos, los estudiantes pueden experimentar situaciones
 donde las decisiones que tomen no tengan una solución ética obvia.
 Esto les ayudará a desarrollar la habilidad de sopesar diferentes intereses, considerar las implicaciones a largo plazo y tomar decisiones que
 equilibren las consideraciones éticas con los resultados prácticos.
- Debates éticos en la tecnología: En un mundo impulsado por tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial, la biotecnología y la automatización, los estudiantes deben participar en debates éticos sobre cómo se deben utilizar estas tecnologías. Las universidades pueden organizar debates interdisciplinarios donde los estudiantes exploren los dilemas éticos asociados con el desarrollo tecnológico y las implicaciones para la justicia social, los derechos humanos y la sostenibilidad.

5.4.3.2. Desarrollar el pensamiento ético sistémico

El futuro incierto exigirá que los profesionales puedan pensar en términos sistémicos y comprendan cómo las decisiones locales o individuales pueden tener efectos en cadena en un contexto global. Esto es particularmente relevante en temas como el cambio climático, la desigualdad económica y la explotación de recursos naturales, a saber:

- Enfoque en la ética global: Las universidades deben enseñar a los estudiantes a considerar el impacto global de sus decisiones. Esto implica formar una conciencia de cómo las acciones tecnológicas, empresariales o políticas en un país pueden tener repercusiones éticas en otras partes del mundo, afectando a comunidades vulnerables, ecosistemas y economías.
- Análisis de riesgos éticos: Los estudiantes deben aprender a realizar análisis de riesgos éticos, que les permitan identificar los posibles efectos colaterales de sus decisiones y desarrollar estrategias para mitigar daños no intencionados. Este tipo de análisis será esencial para cualquier líder que deba tomar decisiones en contextos inciertos y globalizados.

5.4.4. Estimular la Innovación y el Pensamiento Creativo en la Incertidumbre

En tiempos de incertidumbre, la innovación y el pensamiento creativo son las principales fuentes de soluciones. Las universidades deben preparar a los estudiantes no solo para adaptarse a los cambios, sino también para ser los impulsores del cambio, mediante la creatividad, la experimentación y el pensamiento disruptivo.

5.4.4.1. Fomentar la cultura de la innovación

Las universidades deben fomentar una cultura de innovación, donde los estudiantes estén continuamente desafiados a encontrar nuevas formas de resolver problemas y a ver la incertidumbre como una oportunidad para el progreso, a saber:

 Espacios de innovación y laboratorios creativos: Crear espacios dentro de las universidades donde los estudiantes puedan experimentar libremente con ideas nuevas, sin las restricciones de los enfoques tradicionales. Los laboratorios de innovación pueden proporcionar un entorno donde los estudiantes tengan acceso a tecnologías emergentes y recursos interdisciplinarios para desarrollar soluciones innovadoras a problemas complejos.

 Enseñar técnicas de pensamiento creativo: Técnicas como el pensamiento lateral o el pensamiento de diseño son enfoques estructurados que pueden ayudar a los estudiantes a resolver problemas de maneras innovadoras. Las universidades deben integrar estas metodologías en los planes de estudio para ayudar a los estudiantes a desarrollar la flexibilidad mental necesaria para pensar fuera de los paradigmas convencionales.

5.4.4.2. Innovación en la incertidumbre como herramienta para resolver problemas globales

Los problemas más urgentes que enfrentaremos en el futuro —como la crisis climática, la inseguridad alimentaria y las pandemias— no tienen soluciones simples y requieren enfoques creativos y colaborativos. Los estudiantes deben ser formados para usar la innovación como una herramienta no solo para resolver problemas inmediatos, sino también para abordar dilemas globales a largo plazo, a saber:

Desarrollo de soluciones escalables: Las universidades pueden desafiar
a los estudiantes a desarrollar soluciones que no solo resuelvan problemas locales o específicos, sino que puedan ser escaladas para tener un
impacto global. Esto fomenta el pensamiento estratégico y la capacidad
de diseñar tecnologías y políticas que sean adaptables a diferentes contextos y necesidades.

En definitiva, la preparación de los estudiantes para un futuro incierto, nada estable, lineal o gausiano, no se trata simplemente de equiparlos con habilidades técnicas, sino de enseñarles a navegar en un mundo donde la complejidad, la ambigüedad y los dilemas éticos son la norma. Las universidades tienen la responsabilidad de fomentar en sus estudiantes una combinación de

adaptabilidad cognitiva, resiliencia emocional, toma de decisiones éticas y pensamiento innovador, permitiéndoles enfrentar la incertidumbre con confianza y aprovecharla como una oportunidad para crear un impacto positivo.

A medida que el mundo se vuelve más interdependiente y que los cambios tecnológicos, sociales y ambientales se aceleran, aquellos estudiantes que estén preparados para enfrentar la incertidumbre y la complejidad no solo serán más competitivos en el mercado laboral, sino que también estarán mejor posicionados para liderar transformaciones que beneficien a la humanidad en su conjunto. La educación del futuro debe, por tanto, centrarse en capacitar a estos futuros líderes con las herramientas necesarias para navegar en un entorno de cambio constante y dilemas complejos, garantizando que estén preparados para los desafíos del siglo XXI.

6. Conclusiones Generales

A lo largo del presente ensayo se ha explorado los profundos cambios estructurales que están configurando el presente y el futuro de nuestras sociedades. Desde la creciente amenaza de una *policrisis* global y los retos del capitalismo contemporáneo, hasta la aceleración del cambio tecnológico y el impacto de las tecnologías disruptivas en el trabajo, la conclusión central que emerge de esta reflexión es que el mundo está en una encrucijada histórica. El análisis desarrollado revela que el mundo está inmerso en una transición profunda y acelerada, impulsada por la convergencia de varias fuerzas transformadoras: el calentamiento global, la disrupción tecnológica y la competencia geopolítica por las tecnologías críticas. Sin embargo, de todas las transformaciones en curso, el futuro de la educación y las habilidades que requerirán las próximas generaciones para prosperar en este entorno cambiante serán algunos de los temas más cruciales.

Otra de las conclusiones más importantes de este análisis es la necesidad de adoptar un enfoque integrado y holístico para abordar los desafíos interrelacionados del calentamiento global, la disrupción tecnológica y la competencia geopolítica. Ninguno de estos problemas puede resolverse de manera aislada, ya que están intrínsecamente interconectados. La lucha contra el cambio climático, por ejemplo, requiere la adopción masiva de tecnologías renovables, que a su vez están impulsadas por la innovación tecnológica y sujetas a las dinámicas de poder global.

Por tanto, la transición hacia un futuro sostenible y equitativo depende de nuestra capacidad para integrar los tres pilares siguientes:

- Mitigación del cambio climático: La adopción de tecnologías limpias y
 el cambio hacia modelos económicos sostenibles deben ser una prioridad global. Sin una mitigación efectiva, los efectos del cambio climático superarán nuestra capacidad de adaptación y afectarán negativamente a la estabilidad social, económica y política.
- Disrupción tecnológica responsable: La automatización y la inteligencia artificial son herramientas poderosas que pueden mejorar la productividad y el bienestar, pero solo si se gestionan con responsabilidad. Debemos garantizar que los beneficios de estas tecnologías se distribuyan de manera equitativa y que los trabajadores tengan acceso a la educación y formación necesarias para adaptarse a un entorno laboral en constante cambio.
- Colaboración geopolítica en innovación tecnológica: Para evitar la
 concentración del poder tecnológico y los riesgos asociados con los
 monopolios, es crucial que las naciones trabajen juntas para garantizar
 un acceso más equitativo a la innovación. La cooperación internacional
 en investigación y desarrollo será clave para mantener un equilibrio de
 poder justo y promover un progreso tecnológico inclusivo.

Además, es fundamental que todas estas transformaciones estén guiadas por una reflexión ética profunda. A medida que la tecnología avanza y las presiones del cambio climático se intensifican, nos enfrentamos a decisiones que tendrán un impacto duradero en la humanidad. La gobernanza global de las tecnologías críticas y la gestión del cambio climático deben basarse en principios de justicia, equidad y sostenibilidad. Las innovaciones tecnológicas, aunque transformadoras, no pueden resolver por sí solas los problemas estructurales que enfrenta el mundo. Se necesitan marcos regulatorios que garanticen que estas tecnologías se utilicen de forma ética y responsable, y que los beneficios del progreso científico se distribuyan de manera equitativa entre todas las naciones y pueblos.

Las decisiones que se tomen en las próximas décadas tendrán consecuencias trascendentales para el futuro de la humanidad y del planeta. Por tanto, es imperativo que abordemos estos desafíos de forma integrada y estratégica, manteniendo siempre como eje central la sostenibilidad, la equidad y la colaboración global.

A continuación, se integran estas dinámicas para ofrecer una visión holística y un enfoque reflexivo sobre las implicaciones de estos cambios y cómo deben ser abordados a través de la acción colectiva y la planificación estratégica.

6.1. Priorizar la Mitigación del Cambio Climático y Adoptar la Desfosilización

Una conclusión central es que la humanidad debe priorizar urgentemente la *mitigación* del calentamiento global. De hecho, uno de los puntos clave que ha surgido de este análisis es la necesidad urgente de priorizar la *mitigación* del cambio climático sobre la simple *adaptación* a sus efectos. Si bien la adaptación es necesaria en algunos contextos – especialmente para las regiones y comunidades que ya están sufriendo los impactos devastadores del calentamiento global –, debemos evitar la trampa de considerar que la adaptación por sí sola es suficiente. El cambio climático es una amenaza existencial para la civilización humana, y solo una reducción drástica y sostenida de las emisio-

nes de gases de efecto invernadero puede evitar que el planeta cruce umbrales irreversibles.

El proceso de *desfosilización*, basado en la transición hacia energías renovables y tecnologías limpias, requiere una profunda transformación en las estructuras económicas y sociales. La *desfosilización* de nuestras economías, apoyada por el despliegue masivo de tecnologías renovables y la transición hacia una economía circular, es la única vía viable para reducir las emisiones a tiempo. Las energías renovables, impulsadas por las *curvas de aprendizaje* que han reducido sus costos y mejorado su eficiencia, son el pilar fundamental para construir un futuro sostenible. Sin embargo, esta transición debe ir acompañada de una transformación profunda en nuestras estructuras económicas, sociales y culturales. El actual modelo capitalista, basado en el crecimiento infinito y la explotación ilimitada de los recursos naturales, es incompatible con los límites ecológicos del planeta. En su lugar, debemos promover modelos económicos alternativos que prioricen la sostenibilidad, la redistribución de la riqueza y el bienestar colectivo.

Las generaciones futuras, y los estudiantes universitarios de hoy, deberán estar preparados para liderar esta transición. Para ello, la educación superior debe integrar el conocimiento sobre la *economía circular*, la sostenibilidad ambiental y las tecnologías limpias, asegurando que los futuros profesionales tengan las herramientas necesarias para construir un mundo más resiliente y equilibrado. Los programas universitarios deben expandir su enfoque en la formación de competencias relacionadas con la energía renovable, el diseño sostenible y la innovación para la sostenibilidad.

6.2. La Disrupción Tecnológica y las Habilidades del Futuro

La disrupción tecnológica es otra fuerza transformadora que está remodelando nuestro mundo. A medida que la inteligencia artificial, la automatización, la robótica y otras tecnologías avanzadas se integran en todos los sectores de la economía, es evidente que estamos viviendo una nueva revolución industrial. Sin embargo, a diferencia de revoluciones anteriores, la velocidad y el alcance de los cambios actuales no tienen precedentes. La *hipótesis de la Reina Roja*, que hemos explorado en detalle, ilustra cómo empresas, gobiernos e individuos deben adaptarse continuamente solo para mantenerse competitivos en un entorno que cambia a una velocidad vertiginosa.

La inteligencia artificial generativa y la computación cuántica son solo dos ejemplos de tecnologías que tendrán un impacto profundo en el futuro del trabajo y la innovación. Se trata de tecnologías emergentes que tienen el potencial de transformar radicalmente no solo la economía, sino también la naturaleza del trabajo, la ciencia y la innovación. Estas tecnologías permitirán a las empresas automatizar tareas complejas, acelerar el descubrimiento científico y mejorar la eficiencia de los procesos industriales. Sin embargo, su impacto no será homogéneo, y existe el riesgo de que profundicen las desigualdades sociales y económicas si no se gestionan adecuadamente.

A medida que avanzamos hacia 2030 y más allá, será crucial que los trabajadores adquieran nuevas competencias y habilidades especializadas para prosperar en este entorno tecnológico. La *alfabetización cuántica*, la capacidad para colaborar con sistemas de *IA generativa*, y la comprensión de las implicaciones éticas y legales de estas tecnologías serán esenciales para la fuerza laboral del futuro. Además, los sistemas educativos y las políticas laborales deben adaptarse para ofrecer formación continua y oportunidades de reconversión a aquellos trabajadores cuyas funciones están siendo automatizadas o eliminadas por la tecnología. En este contexto, la formación universitaria deberá cambiar radicalmente para preparar a los estudiantes para este futuro incierto, pero, el aprendizaje no debe limitarse a la adquisición de conocimientos técnicos. Las *habilidades humanas avanzadas* como el *pensamiento crítico*, la *creatividad*, y la *resolución ética de problemas* serán cruciales para navegar en un mundo donde las máquinas automatizarán cada vez más procesos rutinarios.

Por tanto, el perfil del estudiante universitario del futuro deberá ser multidisciplinario e integrado. Las universidades deben ofrecer formación tanto técnica como ética, asegurando que los futuros trabajadores puedan colaborar con sistemas avanzados, al mismo tiempo que supervisan las implicaciones sociales y éticas de estas tecnologías.

6.3. La Formación en la Gestión de Sistemas Complejos y la Colaboración Hombre-Máquina

La capacidad para gestionar sistemas complejos será una de las habilidades más demandadas en el horizonte 2030. Los estudiantes universitarios deberán aprender a trabajar en sinergia con máquinas inteligentes y automatizadas, colaborando con *IA* en tareas de análisis, optimización y toma de decisiones. Las universidades deben preparar a los estudiantes para gestionar la creciente interdependencia entre humanos y máquinas, enseñándoles a delegar funciones automatizadas y a supervisar los resultados generados por sistemas complejos.

Además, las capacidades para gestionar proyectos y trabajar en equipos interdisciplinarios serán esenciales en un entorno donde la *colaboración hombre-máquina* redefinirá los procesos productivos y creativos. La capacidad para interactuar con tecnologías disruptivas, comprender los sistemas en los que operan y ajustar decisiones en tiempo real será indispensable.

6.4. Reformas Educativas para un Aprendizaje Continuo y Modular

El ritmo de cambio tecnológico y económico exige que el aprendizaje deje de ser un evento único en la vida de las personas. En lugar de los tradicionales grados universitarios que terminan al ingresar en el mercado laboral, el sistema educativo deberá adaptarse para proporcionar *aprendizaje continuo* y *formación modular*. Los trabajadores necesitarán regresar periódicamente a la universidad para actualizar sus habilidades, cambiar de carrera o aprender nuevas tecnologías emergentes.

Las universidades del futuro deberán ser ágiles y flexibles, ofreciendo formación modular y adaptativa que permita a los estudiantes adquirir competencias específicas a medida que cambian las demandas del mercado laboral. Esto implicará una ruptura con los sistemas de enseñanza rígidos, favoreciendo programas educativos más personalizables y orientados al *aprendizaje autónomo y autodirigido*.

6.5. La Geopolítica de la Tecnología: Competencia Global y Monopolios Tecnológicos

En el ámbito internacional, la *competencia tecnológica* entre las principales potencias, especialmente entre China y Estados Unidos, está configurando un nuevo orden geopolítico. El liderazgo de China en *tecnologías críticas*, como la inteligencia artificial, la computación cuántica y las energías renovables, está desafiando el dominio tecnológico que Estados Unidos y Occidente mantuvieron durante gran parte del siglo XX. La concentración del poder tecnológico en manos de un número reducido de actores, ya sean países o grandes corporaciones tecnológicas, plantea serios riesgos de *monopolios tecnológicos* que podrían amenazar la seguridad global, la soberanía tecnológica y la equidad en el acceso a la innovación.

La concentración de poder tecnológico no es solo un desafío económico, sino también un problema ético y de seguridad. Las tecnologías críticas, especialmente en áreas como la ciberseguridad, la defensa y la criptografía, tienen implicaciones directas para la estabilidad y la soberanía de los Estados. El riesgo de que una nación o una empresa controlen el acceso a estas tecnologías es considerable, ya que podría utilizar su ventaja para ejercer presión económica o política sobre otras naciones. Por tanto, es crucial que las políticas internacionales fomenten la cooperación y la diversificación en el desarrollo y acceso a estas tecnologías, evitando la creación de monopolios tecnológicos y garantizando un acceso más equitativo a la innovación.

6.6. Ética y Justicia Social en la Innovación Tecnológica

Uno de los riesgos más importantes de la disrupción tecnológica es que las innovaciones puedan agravar las desigualdades sociales o violar principios éticos fundamentales. Los avances en inteligencia artificial, automatización y computación cuántica deben ser gestionados de manera responsable para evitar que los beneficios se concentren solo en manos de unas pocas élites tecnológicas y económicas.

Los estudiantes del futuro no solo necesitarán habilidades técnicas, sino también una profunda comprensión de la *ética aplicada* y de la *responsabilidad social corporativa* para garantizar que las tecnologías que desarrollan se utilicen de manera justa y equitativa. Las universidades tienen la responsabilidad de inculcar en los estudiantes una visión de largo plazo, que considere las implicaciones sociales y ambientales de la innovación tecnológica.

6.7. Conclusión Final: Transformar la Educación para un Futuro Disruptivo

La integración de la educación, la tecnología y la sostenibilidad será clave para asegurar un futuro próspero. Sin una cooperación internacional, tanto en la regulación de las tecnologías disruptivas como en la lucha contra el cambio climático, el mundo enfrentará desigualdades cada vez mayores, riesgos geopolíticos y una crisis ambiental sin precedentes.

El papel de los líderes globales, las instituciones académicas y los innovadores será crucial para promover un enfoque ético, inclusivo y equitativo del desarrollo tecnológico. La formación de estudiantes que comprendan los retos globales, que sean competentes en tecnología y que estén comprometidos con un desarrollo sostenible será uno de los motores principales para enfrentar estos desafíos. Los estudiantes del futuro deberán estar equipados para navegar en un entorno donde los problemas globales, como el cambio climático y la seguridad tecnológica, solo podrán resolverse a través de la colaboración internacional y la innovación inclusiva.

Por otro lado, el futuro del trabajo y de la educación está indisolublemente ligado a la evolución de la tecnología y la sostenibilidad global. Las universidades deberán reformarse radicalmente para convertirse en motores de innovación, ética y sostenibilidad. Para el horizonte 2030, la clave del éxito será la capacidad de las instituciones educativas para preparar a los estudiantes no solo para empleos específicos, sino para liderar la creación de un futuro más justo, inclusivo y tecnológicamente avanzado.

Al final, la visión necesariamente debe ser holística: integrar la mitigación del cambio climático, gestionar las disrupciones tecnológicas y formar a las próximas generaciones con competencias multidisciplinarias que puedan abordar los retos globales de manera ética y sostenible. Solo a través de este enfoque integral podremos enfrentar las complejidades de un mundo que se transforma cada vez más rápido, garantizando que las nuevas generaciones estén preparadas para liderar el cambio y construir un futuro mejor para todos.

ACTIVISMO INVERSOR Y CAMBIO CLIMÁTICO

Dr. Luis Otero González¹ Académico de Número de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

Resumen

Este trabajo examina la efectividad del compromiso ESG (ambiental, social y de gobernanza) por parte de los fondos de inversión en la reducción del impacto ambiental y en la lucha contra el cambio climático. Analizamos las diferencias entre los fondos que se declaran comprometidos a nivel ESG y aquellos que no lo hacen. Nuestro análisis revela que los fondos activistas generalmente exhiben un comportamiento coherente con su enfoque sostenible. Es importante destacar que esta orientación hacia la sostenibilidad no impacta negativamente en su rendimiento financiero, ya que atraen flujos significativos y no muestran un rendimiento peor respecto a sus contrapartes tradicionales.

Palabras clave: Fondos mutuos de renta variable; cambio climático; compromiso; rendimiento.

Clasificación JEL: G11, G12, J16.

1. Introducción

Los inversores institucionales son accionistas que poseen una participación promedio más alta en las empresas de los países de la OCDE, lo que les permite aprovechar su influencia sobre las empresas involucradas ambientalmente a través del compromiso o activismo inversor. Se observa un aumento en la participación de los inversores institucionales en cuestiones ambientales, sociales y de gobernanza (ESG) (Fukami *et al.*, 2022). El compromiso ESG se refiere a un conjunto de acciones destinadas a instar a las empresas en las

¹ https://orcid.org/0000-0002-8214-6227

que se invierte a cambiar sus prácticas insostenibles mediante el ejercicio de sus derechos de voto en la junta directiva o en las asambleas de accionistas. Este compromiso también se extiende a reuniones informales con la gerencia, donde los inversores pueden entablar un diálogo y aplicar presión para lograr cambios en las prácticas corporativas (Krueger *et al.*, 2020 y Kölbel *et al.*, 2018). A diferencia del activismo tradicional, el activismo ESG adopta un modelo basado en el diálogo y la presentación de propuestas para votación, evitando el conflicto. Tanto las empresas como los inversores aspiran a mejorar los aspectos ESG a través de un acuerdo mutuo (Barkó *et al.*, 2021).

Dada la importancia creciente de los inversores institucionales en el accionariado de las empresas, es possible pensar que su actuación sobre los órganos directivos puede ser determinante en términos de sostenibilidad. La inclusión de proposiciones formales e informales y la actuación en los órganos de administración (Consejo) y de representación de los accionistas (Junta) a través del ejercicio del voto, pueden obligar a las empresas participadas a adoptar medidas contra el cambio climático y a favor del medioambiente.

En el caso español, según el *informe de la inversion sostenible y responsable en España* (2023), las políticas activas de engagement y voto ya ocupan el primer lugar de los activos ESG, por delante de las estrategias de screening negativo, screening positivo, integación ESG e inversion de impacto. Además, las estrategias de engagement abordan principalmente cuestiones de transición climática, derechos humanos y diversidad e igualdad de género; siendo el diálogo con los equipos directivos y las practicas colaborativas las iniciativas más habituales. En cuanto al uso del voto para influir en las empresas, es habitual recurrir a proxy advisors y votar en contra de las recomendaciones del Consejo.

Varias instituciones públicas han aprobado regulaciones que fomentan a los inversores institucionales a actuar como activistas contra el cambio climático (Kelly, 2021). La justificación teórica y empírica que respalda el activismo se basa en teorías que vinculan la responsabilidad social corporativa con

el desempeño empresarial. Algunos de los beneficios que aporta a diferentes áreas dentro de una organización incluyen la mejora de la imagen de la empresa, el aumento de la motivación de los empleados y la reducción del absentismo y la rotación de personal (Babajee *et al.*, 2021). Además, el desempeño socioambiental reduce los riesgos para las empresas y mejora la percepción de la calidad de la gestión, lo que lleva a una ventaja competitiva incrementada (Wang *et al.*, 2014, y De Sousa De Fernanda Melo *et al.*, 2019).

La literatura existente proporciona evidencia mixta sobre el impacto del activismo en el desempeño financiero (Barkó *et al.*, 2021). Algunos autores creen que el efecto es muy limitado (English *et al.*, 2004; Gillan & Starks, 2007; Nelson, 2006). Sin embargo, Bebchuk *et al.* (2015) y Doidge *et al.* (2019) apoyan la creación de valor para los accionistas. En el ámbito ESG, se han encontrado efectos positivos del compromiso en la rentabilidad (Dimson *et al.*, 2015, y Flammer, 2015), los niveles de riesgo (Hoepner *et al.*, 2023) y las prácticas ESG (Barkó *et al.*, 2021). No obstante, Kim y Yoon (2023) demostraron que las entidades que firmaron los Principios para la Inversión Responsable de las Naciones Unidas (signatarios de UNPRI) no mejoraron sus ratings ESG después de la adhesión, y Atta-Darkua *et al.* (2022) plantean dudas sobre la efectividad actual de las iniciativas de los inversores para reducir las emisiones de carbono de las empresas. Además, Dumitrescu *et al.* (2022) identifica importantes casos de greenwashing en fondos declarados como ESG.

Por lo tanto, es importante señalar que la efectividad del activismo inversor en cuestiones ambientales sigue siendo un tema de debate debido a la falta de evidencia concreta y robusta. Hasta donde sabemos, no existe evidencia de la efectividad de los fondos autodeclarados con compromiso ESG en los niveles de emisiones de carbono. La dificultad para acceder a la información necesaria para evaluar los efectos del compromiso limita el número de estudios empíricos, particularmente en el ámbito de la sostenibilidad. En nuestro estudio, nos basamos en la información proporcionada por Morningstar Direct sobre el compromiso ESG de los fondos de inversión para arrojar luz sobre este tema y obtener una comprensión más clara de la relación entre el activismo

ESG y sus efectos en el desempeño ambiental y financiero. Específicamente, abordamos la cuestión de si los fondos que declaran un compromiso ESG logran un desempeño ambiental superior junto con un mayor desempeño financiero. Así, nuestro trabajo evalúa la idoneidad del activismo inversor como una estrategia para combatir el cambio climático. El estudio se estructura de la siguiente manera: inicialmente, proporcionamos una breve descripción de los datos, variables y estadísticas clave de cada uno. Finalmente, presentamos el análisis empírico y, posteriormente, las conclusiones.

2. Activismo de Fondos Mutuos: Análisis Empírico

2.1. Datos

Para analizar el efecto del activismo inversor, utilizamos la base de datos de Morningstar Direct y seleccionamos todos los fondos de renta variable domiciliados en EE.UU. que invierten en acciones estadounidenses con datos en las variables de interés pertenecientes a la clase A, totalizando 1600 fondos. La distribución por estilos de inversión es la siguiente: 60% de gran capitalización, 18.8% de mediana capitalización y el resto de pequeña capitalización. Los datos considerados en la base de datos de Morningstar Direct están libres de sesgo de supervivencia y, para evitar el sesgo de incubación, solo se han seleccionado aquellos fondos con al menos dos años de historia. El análisis cubre el período desde septiembre de 2019 hasta marzo de 2022 de manera trimestral. Este marco temporal fue elegido porque los datos de compromiso solo están disponibles desde esa fecha y, al mismo tiempo, las calificaciones ESG sufrieron un cambio metodológico que impide el análisis de la serie temporal anterior.

2.2. Variables

Utilizamos variables relacionadas con el nivel de carbono y la sostenibilidad a nivel de fondo mutuo (Riesgo de carbono -CRS-, Intensidad de carbono -Cint-, Huella de carbono -Footprint-, Exposición al carbono -Cexpos-, Bajo riesgo de carbono -Low-, Participación en combustibles fósiles -FFI-; Puntuación de sostenibilidad -Sustscore-, Puntuación ambiental -Enviscore-), calificación de sostenibilidad de Morningstar (glob5, glob4, glob3, glob2 y glob1), rendimiento (flujos de fondos, ratio de Sharpe, retorno y alfa) y otras variables de control relacionadas con el tamaño del fondo, la categoría Morningstar, la calificación de estrellas Morningstar o los gastos.

2.3. Variables explicativas

Las variables explicativas incluyen una variable ficticia relacionada con si el fondo se declara a sí mismo como activista ESG (ESGengagement) y otras relacionadas con cómo los gestores del fondo mutuo ejercen sus derechos de voto. En este sentido, se distingue si el fondo vota a favor del cambio climático o de cuestiones ambientales (SuppClimateChange y SuppEnviroment), en contra (AgainstClimateChange y AgainstEnviroment) o se abstiene (AbstClimateChange y AbstEnviroment).

La relación entre las variables dependientes de los fondos y el compromiso ESG puede verse influenciada por características como el tamaño del fondo, la calificación, los gastos o el estilo de inversión, aspectos que se han considerado en los modelos de regresión, como en otros estudios previos (Moneta, 2015; Yan, 2020 y Reboredo & Otero, 2021).

2.4. Estadísticos descriptivos

Los datos descriptivos de las variables muestran que solo el 5% de los fondos se consideran activistas ESG (Tabla 1). Sin embargo, en el último período, esta proporción ha aumentado al 9%. Cuando se analiza a nivel agregado, el apoyo a las resoluciones ambientales y de cambio climático supera el 55% y el 51%, respectivamente. Por otro lado, los votos negativos representan prácticamente el resto, ya que solo el 2% de los fondos se abstienen.

En cuanto a la evaluación del impacto climático, los indicadores de carbono muestran valores limitados o controlados pero con alta variabilidad en todas las medidas utilizadas, con un 43% de los fondos clasificados como de bajo carbono, teniendo un CRS menor a 10 y un FFI inferior a 7%. En promedio, el 7.61% de los ingresos de las empresas de fondos mutuos provienen de actividades relacionadas con combustibles fósiles. Los indicadores ESG muestran que la calificación del pilar ambiental es de 4.37, y el puntaje ESG promedio de 24.22 indica que el riesgo de los fondos es medio según la escala de Morningstar.

Como se puede ver en la Tabla 2, los flujos de fondos han experimentado una disminución promedio del 1%, lo que indica una salida neta dentro de la muestra de fondos analizada. Además, tanto los rendimientos ajustados por riesgo como los no ajustados por riesgo son positivos, con un rendimiento neto trimestral del 3.81%, y una relación de Sharpe y alfa positivas. La calificación promedio es de tres estrellas, los fondos muestran un tamaño medio de 3.6 mil millones de dólares y una proporción de gastos cercana al 1.18%.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las variables relacionadas con el engagement.

Variables	Obs	Mean	Std. dev.	Min	Max
ESGengagement	17,093	0.0516	0.2212	0	1
SuppClimateChange	5,014	55.4506	37.5226	0	100
SuppEnviroment	4,593	51.7280	43.7924	0	100
AgainstClimateChange	5,014	41.7232	36.8494	0	100
AgainstEnviroment	4,593	47.4606	43.8821	0	100
AbstClimateChange	5,014	2.1607	12.9943	0	100
AbstEnviroment	5,014	2.1607	12.9943	0	100
CRS	13,752	8.8860	4.8432	0	48.43
Cint	13,946	195.5169	257.5535	4.27	8670.95
Footprint	2,728	297.9003	331.7143	0	3120.302
Cexpos	13,752	15.4469	7.9104	0	75.41
FFI	16,445	7.6224	12.7576	0	100.76

Cont...

Variables	Obs	Mean	Std. dev.	Min	Max
Low	13,766	0.4352	0.4958	0	1
Envirscore	14,177	4.3793	2.3297	0	20.03
Sustscore	15,677	24.2340	3.5387	0	45.3701
glob5	15,551	0.0742	0.2622	0	1
glob4	15,551	0.2334	0.4230	0	1
glob3	15,551	0.3831	0.4861	0	1
glob2	15,551	0.2372	0.4253	0	1
glob1	15,551	0.0718	0.2583	0	1
Netflowperc	15,694	-0.0100	0.0908	-0.5239	0.6305
Sharperatio	15,411	1.1657	2.5104	-3.6991	10.1750
Alpha	15,412	0.1345	12.8418	-46.8616	47.2175
Quarterlyret	15,410	3.8159	11.9225	-33.9435	34.2375
Rating3yr	15,204	2.9900	1.0953	0	5
Size	15,923	20.0088	2.0016	11.7956	26.3969
Exp	16,060	1.1817	0.2945	0	6.86

Esta tabla incluye los datos descriptivos de las nuevas variables incorporadas al análisis. ES-Gengagement es una variable que toma el valor 1 si el fondo declara compromiso. SuppClimateChange muestra el porcentaje de todas las resoluciones relacionadas con el cambio climático en las que el fondo votó a favor de la propuesta. SuppEnviroment representa el porcentaje de votos a favor del medio ambiente. AgainstClimateChange y AgainstEnviroment representan el porcentaje de votos en contra. AbstClimateChange y AbstEnviroment son el porcentaje de abstenciones. CRS es el puntaje de riesgo de carbono. Cint es las emisiones de gases de efecto invernadero de la empresa por actividad económica y compra de energía en relación con sus ingresos. Footprint es la huella de carbono derivada de la actividad empresarial. Cexpos representa la sensibilidad de la empresa al riesgo de carbono. FFI es la exposición a combustibles fósiles. Low es la etiqueta de bajo carbono de los fondos. Sustscore representa la exposición de la empresa a riesgos ambientales, sociales y de gobernanza, mientras que Envirscore se enfoca solo en los riesgos ambientales. Glob5, glob4, glob3, glob2 y glob1 representan los índices de sostenibilidad desarrollados por Morningstar, siendo glob5 aquellos fondos con la calificación de sostenibilidad más alta y glob1 aquellos con la calificación más baja en esta área. Netflowperc muestra el cambio neto en los flujos de efectivo para cada fondo en relación con el valor neto total del fondo al final del período analizado. Sharperatio representa el rendimiento ajustado por riesgo del fondo i en el tiempo t. Alpha es el rendimiento excedente del fondo. Quarterlyret es el rendimiento neto trimestral. Rating3yr es la calificación de estrellas Morningstar a 3 años. Size es el tamaño del fondo medido por el valor de sus activos en logaritmos, y Exp es la proporción de gastos netos del fondo.

3. Análisis empírico

3.1. ¿Existen diferencias entre los fondos con compromiso ESG y aquellos sin compromiso?

En esta sección, analizamos si los fondos que se autodeclaran como comprometidos con ESG tienen un mejor desempeño ambiental y financiero y atraen más flujos. En este sentido, primero evaluamos las diferencias en su ejercicio de los derechos de voto, los indicadores de sostenibilidad y cambio climático, y el desempeño financiero (rendimientos y flujos de fondos). Para mitigar el problema del sesgo de selección, utilizamos el propensity score matching (PSM, por sus siglas en inglés), una técnica común en estudios sobre fondos de inversión (Diranzo & Soriano, 2011; Reboredo *et al.*, 2017; Barkó *et al.*, 2021; y Otero-González *et al.*, 2022).

Consideremos D como una variable indicadora que toma el valor 1 si el fondo declara su activismo en ESG y 0 en caso contrario. Así, el impacto de invertir en fondos con compromiso puede analizarse como la diferencia entre α_{i1} - α_{i0} , donde α_{i1} es la media de la variable dependiente analizada para la cartera i con el tratamiento (compromiso ESG), y α_{i0} es la media del portafolio de fondos sin el tratamiento (sin compromiso ESG). De esta manera, el efecto promedio del tratamiento puede estimarse de la siguiente manera:

$$ATT = E(\alpha_1 - \alpha_0 | D = 1) = E(\alpha_1 | D = 1) - E(\alpha_0 | D = 1), \quad (1)$$

La Tabla 2 contiene las diferencias entre los fondos autodeclarados como activistas ESG (Tratados) y aquellos fondos no declarados como activistas ESG (Control). Como se puede observar, los fondos autodeclarados como activistas ESG tienen un mayor compromiso con la reducción del impacto ambiental, evidente tanto en el mayor porcentaje de votos a favor de resoluciones sobre cambio climático (6 puntos más) como en cuestiones ambientales (18 puntos más). En cuanto al nivel de sostenibilidad e impacto climático, también exhiben un nivel de emisiones más bajo que es significativo para todas las variables analizadas, excepto por el porcentaje de fondos clasificados como de bajo carbono.

De este análisis se puede inferir que el activismo inversor se traduce en carteras compuestas por empresas con mejores calificaciones ambientales y un menor impacto climático, medido tanto por la huella de carbono como por el uso de combustibles fósiles o niveles de emisión. Además, este mayor compromiso también se observa en las dimensiones ambiental y social, donde es evidente un menor riesgo ESG, sin diferencias en términos de rentabilidad, pero con una mayor entrada de flujos de inversión en estos fondos. Dichas diferencias con este análisis no podemos asociarlas al hecho del activismo o bien, al screening negativo que llevan a cabo dentro de esta estrategia.

Tabla 2. Diferencias de medias entre fondos con Engagement y sin Engagement mediante Propensity Score Matching

Engagement y votación en consejos							
Variable	Treated	Control	Diff.	%bias	t	p>t	
SuppClimchange	67.087	61.144	5.943	17.4	1.7	0.089	
SuppEnv	77.195	59.06	18.135	44.7	4.15	0.000	
AgainstClimCh	25.356	37.026	-11.67	-36.4	-3.56	0.000	
AgainstEnvir	23.013	39.118	-16.105	-39.6	-3.67	0.000	
AbstClimCh	1.9325	2.0313	-0.0988	-1	-0.12	0.903	
AbstEnvir	1.9325	2.0313	-0.0988	-1	-0.12	0.903	
Engagement y sostenibilidad							
Variable	Treated	Control	Diff.	%bias	t	p>t	
glob5	0.21905	0.08095	0.1381	41.1	4.03	0.000	
glob4	0.33333	0.2381	0.09523	21.1	2.17	0.031	
glob3	0.29524	0.44762	-0.15238	-32.3	-3.26	0.001	
glob2	0.10952	0.19524	-0.08572	-22.3	-2.46	0.014	
glob1	0.04286	0.0381	0.00476	2.3	0.25	0.805	
Sustscore_	20.852	21.664	-0.812	-27.4	-2.78	0.006	
Envirscore_	3.9879	4.3664	-0.3785	-23	-2.18	0.030	
CRS_	7.3524	8.3667	-1.0143	-26.7	-2.49	0.013	
Cint_	140.38	164.01	-23.63	-10.1	-1.73	0.084	

Cont...

Engagement y sostenibilidad									
Variable	Variable Treated Control Diff. %bias t p>0								
Footprint_	228.59	302.82	-74.23	-25.7	-2.44	0.015			
Cexpos_	13.675	15.048	-1.373	-22	-2.05	0.041			
FFI_	5.1071	7.8809	-2.7738	-25.9	-2.74	0.006			
Low_	0.65238	0.60476	0.04762	9.7	1.01	0.314			
	Engag	gement y pe	rformance						
Variable	Treated	Control	Diff.	%bias	t	p>t			
Netflowperc_	0.02803	0.00294	0.02510	6.1	1.95	0.0520			
sharperatio	0.88503	1.3899	-0.50487	-18.8	-3.74	0.0000			
alpha	0.22567	1.2729	-1.04723	-6.1	-1.24	0.2160			
Rating3y_	3.4143	3.0526	0.36170	31.3	6.4	0.0000			

Esta tabla recoge el nivel de activismo y si realmente, los fondos que se declaran como comprometidos, tienen una meior performance medioambiental, financiera y atraen a los inversores. Supp Climatechange muestra el porcentaje de todas las resoluciones acerca del cambio climático en las que el fondo votó apoyando la propuesta. SuppEnv representa el porcentaje de todas las resoluciones medioambientales en las que el fondo votó apoyando la propuesta. Against Climatechange indica el porcentaje de todas las resoluciones acerca del cambio climático en las que el fondo votó en contra de la propuesta. AgainstEnvir engloba el porcentaje de todas las resoluciones medioambientales en las que el fondo votó en contra de la propuesta. AbstClimCh: Porcentaje de todas las resoluciones acerca del cambio climático en las que el fondo se abstuvo frente a la propuesta. AbstEnvir: Porcentaje de todas las resoluciones medioambientales en las que el fondo se abstuvo frente a la propuesta. Por otro lado, las variables glob5, glob4, glob3, glob2 y glob1 representan los índices de sostenibilidad elaborados por la plataforma Morningstar, siendo glob5 aquellos fondos con máxima calificación de sostenibilidad y glob1 los que presentan menor puntuación en este ámbito. Sustscore representa la exposición de la empresa a los riesgos medioambientales, sociales y de gobernanza, mientras que Envirscore se centra únicamente en los riesgos medioambientales. CRS es la puntuación del riesgo de carbono. Cint representa las emisiones de gases de efecto invernadero de la empresa por su actividad económica y por la compra de energía para el desempeño de la misma, en relación con sus ingresos. Footprint la huella de carbon derivada de la actividad empresarial. Cexpos representa la sensibilidad de la empresa al riesgo de carbono. FFI la exposición a los combustibles fósiles. Low es la etiqueta de bajo carbono de los fondos. Netflowperc muestra la variación neta de los flujos de tesorería de cada fondo en relación con el patrimonio neto total del fondo al final del periodo analizado. Sharperatio representa la rentabilidad del fondo i en el momento t. Por último, Rating3yr es el Morningstar Star Rating a 3 años.

3.2. ¿Qué efecto tiene el compromiso ESG en la sostenibilidad, los flujos y el rendimiento?

En esta sección, analizamos, mediante modelos de regresión, el efecto que el compromiso ESG tiene en el desempeño futuro, tanto financiero como ambiental. Este enfoque permite la inclusión de efectos temporales, controlando otras variables y evaluando el impacto de las acciones de compromiso. Para este propósito, consideramos el siguiente modelo con variables retardadas de un trimestre para evitar problemas de endogeneidad y causalidad inversa (ver por ejemplo Durán-Santomil *et al.*, 2023). Realizamos las regresiones de datos de panel incluyendo efectos fijos de tiempo y segmento:

$$P_{it} = \omega + \beta_1 ESGengagement_{i,t-1} + \theta Controls_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t}$$
 (2)

Donde los subíndices i y t denotan el fondo i en el año t, Pit representa las diferentes métricas de desempeño ambiental o económico y ω es la constante.

donde:

- Yit representa las variables dependientes, que incluyen medidas de sostenibilidad (como la puntuación de riesgo de carbono, la intensidad de carbono, la huella de carbono, la exposición al carbono, la participación en combustibles fósiles y las puntuaciones ESG), flujos de fondos y rendimiento financiero (como el ratio de Sharpe, el rendimiento trimestral y el alfa).
- ESGengagement es la variable de interés principal que indica si el fondo se ha declarado como comprometido con ESG en el trimestre anterior.
- Controls es un vector de variables de control retardadas que incluyen tamaño del fondo, calificación, gastos, estilo de inversión y otras características relevantes.
- $\varepsilon_{i,t}$ es el término de error.

En primer lugar, si analizamos el efecto sobre los indicadores de sostenibilidad y clima (Tabla 4), observamos que los fondos con activismo ESG tienen un nivel de riesgo más bajo en todas las variables que representan riesgo ambiental y climático. La razón no puede atribuirse exclusivamente al compromiso y los efectos de su activismo inversor, ya que estos valores pueden versen afectados por desinversiones en activos menos sostenibles o cambios en la cartera que favorecen a otros sectores más comprometidos con el cambio climático. En cualquier caso, los fondos ESG engagement experimentan, en promedio, valores más bajos en indicadores relacionados con el cambio climático en comparación con aquellos que no tienen ese compromiso, y una parte de dicha reducción corresponde a los efectos del activismo (Tabla 3).

Tabla 3. Modelos de regresión entre Engagement y variables medioambientales de los fondos

Variables	Sustscore_	Envirscore_	CRS_	Cint_	Footprint_	Cexpos_	FFI_
ESGengagement	-1.1102***	-0.3227***	-0.7117***	-36.6629***	-48.4703***	-0.9601***	-2.1505***
Star4	-0.2049***	0.0264*	-0.1509***	9.7448***	-18.3028***	-0.0404	0.2786**
Star5	-0.2019***	0.1044**	0.0011	30.5798***	-3.2349	0.2040**	0.3208
Exp	1.0365***	0.6103***	1.8276***	25.3673***	116.9288***	2.6715***	2.4863***
Size	0.0772***	0.0122	-0.0433	-2.7379***	0.1994	-0.0527	-0.2584***
Largeblend	-5.0527***	2.8712***	-4.6797***	14.5549	158.3035***	-0.5835*	4.6698***
Largegrowth	-6.1467***	1.4767***	-7.8823***	-99.7342***	-64.8420***	-6.7663***	-1.4837**
Largevalue	-3.5754***	3.9851***	-1.7582***	109.7765***	381.0170***	4.7578***	12.2492***
Midblend	-7.0197***	3.0598***	-1.0342***	12.8481	-14.0200**	2.0573***	1.1059*
Midgrowth	-3.6759***	2.3774***	-5.0157***	-31.1282	-85.9103***	-4.7275***	-0.8399***
Midvalue	-2.7396***	4.3812***	1.0947***	211.7434***	261.7114***	5.6979***	13.4760***
_cons	24.4301***	1.2921***	11.5509***	0.00000	61.4512**	14.1047***	0.00000
N	12693	11631	10953	11120	2550	10953	12934
r2	0.4279	0.2977	0.4039	0.1244	0.2715	0.3694	0.2012

Esta tabla captura el efecto del compromiso ESG en el desempeño ambiental futuro. ESGengagement es una variable que toma el valor de 1 si el fondo declara compromiso. En cuanto a Star4 y Star5, estas son variables de control relacionadas con las calificaciones por estrellas,

proporcionadas a los fondos por Morningstar, que influyen en el comportamiento de los flujos netos de inversión. Exp representa la proporción de gastos netos. Size es el tamaño medido por el logaritmo de los activos totales del fondo. Finalmente, las variables Largeblend, Largegrowth, Largevalue, Midblend, Midgrowth y Midvalue indican el tipo de fondos seleccionados de la muestra total. _cons se refiere al término constante, N al tamaño de la muestra y r2 al coeficiente de determinación ajustado.

En segundo lugar, considerando las variables de desempeño financiero, los fondos con activismo ESG solo muestran un valor significativo en los flujos futuros (Tabla 4). Específicamente, los flujos aumentan aproximadamente un 3% trimestralmente cuando el fondo declara activismo, en comparación con aquellos que no lo hacen. Sin embargo, no se observa un efecto positivo en los indicadores de retorno ajustados por riesgo y no ajustados por riesgo. Este hecho puede favorecer la entrada de recursos, ya que los inversores no tienen que pagar una prima por invertir en fondos mutuos con mayor activismo. No obstante, los resultados no respaldan el efecto positivo en el rendimiento asociado con la mejora de los parámetros ESG.

Table 4. Modelos de regresión entre Engagement y performance

Variables	Sharpe	Return	Alpha	Flows
Netflowperc	-0.0993*	-0.4891**	0.1135	0.0833***
ESGengagement	-0.088	-0.5097	-0.717	0.0290*
Sharperatio	0.0153			
Alpha			0.2297***	
Quarterlyret		0.2028***		0.0021***
Star4	-0.0318	-0.3644	-0.4691	0.0427***
Star5	-0.0882	-0.3202	-0.8735	0.0649***
Exp	-0.5913**	-1.8159***	-3.4506***	-0.0041
Size	-0.0157	-0.1374***	-0.2955***	-0.0009
Largeblend	0.1021	-1.0751	-2.2074	0.0088*
Largegrowth	-0.006	-0.3615	-3.3669	-0.0006
Largevalue	0.1414	-1.1745	-1.9822	0.0130***
Midblend	-0.0689	-1.1242	-2.2044	-0.034

Cont

Variables	Sharpe	Return	Alpha	Flows
Midgrowth	-0.1353	-0.085	0.0996	-0.0063
Midvalue	0.1376	-0.3335	-2.3875*	0.0082
_cons	-1.1614**	0.0000	9.2255***	-0.0644
N	12787	12785	12787	12896
r2	0.7596	0.8087	0.0826	0.008

Quarterlyret es el rendimiento neto trimestral. En cuanto a Star4 y Star5, estas son variables de control proporcionadas a los fondos por Morningstar, que influyen en el comportamiento de los flujos netos de inversión. La variable Exp representa la proporción de gastos netos. Size es el logaritmo de los activos totales del fondo. Finalmente, las variables Largeblend, Largegrowth, Largevalue, Midblend, Midgrowth y Midvalue indican el tipo de fondos seleccionados de la muestra total. _cons se refiere al término constante, N al tamaño de la muestra, y r2 al coeficiente de determinación ajustado.

5. Conclusiones

El análisis realizado en este trabajo revela que los fondos de inversión que se declaran activistas generalmente exhiben un comportamiento coherente con su enfoque sostenible. Estos fondos tienden a votar con mayor frecuencia a favor de medidas relacionadas con el cambio climático y el medio ambiente, si bien en porcentajes significativos pero no demasiado elevados. Además, sus carteras muestran una composición de empresas que se destacan por su mayor responsabilidad ambiental. Al considerar el efecto temporal vemos que también demuestran una tendencia positiva en la mejora de sus parámetros ambientales en comparación con aquellos que no tienen un compromiso activo con las empresas en las que invierten. Es importante señalar que esta orientación hacia la sostenibilidad no impacta negativamente su desempeño financiero, ya que atraen flujos significativamente más altos y no exhiben un peor rendimiento financiero medido a través de retornos netos, ratio de Sharpe y Alfa, en comparación con sus contrapartes tradicionales.

Referencias

- Atta-Darkua, V., Gloßner, S., Krueger, P., & Matos, P. (2022). Decarbonizing institutional investor portfolios: Helping to Green the Planet or Just Greening Your Portfolio?. *Social Science Research Network*. https://doi.org/10.2139/ssrn.4212568
- Babajee, R. B., Seetanah, B., Nunkoo, R., & Gopy-Ramdhany, N. (2021). Corporate social responsibility and hotel financial performance. *Journal of Hospitality Marketing & Management*, 31(2), 226-246. https://doi.org/10.1080/19368623.2021.1937433
- Barkó, T., Cremers, M., & Renneboog, L. (2021). Shareholder engagement on environmental, social, and governance performance. *Journal of Business Ethics*, 180(2), 777-812. https://doi.org/10.1007/s10551-021-04850-z
- Bebchuk, L. A., Brav, A., & Jiang, W. (2015). The Long-Term Effects of Hedge Fund activism. Columbia Law Review, 115(5), 1085-1155. http://www.istor.org/stable/43582424
- De Sousa De Fernanda Melo, M., Pião, R. S., Campos-Silva, W. L., & Vieira, J. G. V. (2019). The relationship between corporate social responsibility and competitiveness: Proposition of a theoretical model moderated by participation in global value chains. *Revista Brasileira de Gestão De Negócios*, 21(Special Issue), 722-739. https://doi.org/10.7819/rbgn.v21i4.4018
- Dimson, E., Karaka, O., & Li, X. (2015). Active ownership. *The Review of Financial Studies*, 28(12), 3225-3268. https://doi.org/10.1093/rfs/hhv044
- Diranzo, F. J. C., & Soriano, P. (2011). Green and good? The investment performance of US environmental mutual funds. *Journal of Business Ethics*, 103(2), 275-287. https://doi.org/10.1007/s10551-011-0865-2
- Doidge, C., Dyck, I. J. A., Mahmudi, H., & Virani, A. (2019). Can institutional investors improve corporate governance through collective action? *Review of Finance*, 23(5), 893-933. https://doi.org/10.1093/rof/rfz008
- Dumitrescu, A., Gil-Bazo, J., & Zhu, F. (2022). Defining greenwashing. *Social Science Research Network*. https://doi.org/10.2139/ssrn.4098411

- Durán-Santomil, P., Otero-González, L., Domingues, R., & Leite, P. (2023). Can managers' characteristics explain European bond mutual fund performance?. *Finance Research Letters*, 58, 104626. https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.104626
- English, P., Smythe, T. I., & McNeil, C. R (2004). The "CAIPERS effect" revisited. *Journal of Corporate Finance*, 10(1), 157-174. https://doi.org/10.1016/s0929-1199(03)00020-8
- Flammer, C. (2015). Does corporate social responsibility lead to superior financial performance? A regression discontinuity approach. *Management Science*, 61(11), 2549-2568. https://doi.org/10.1287/mnsc.2014.2038
- Fukami, K., Blume, D., & Magnusson, C. M. (2022). Institutional investors and stewardship. OECD Corporate Governance Working Papers, No. 25, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/1ce75d38-en
- Gillan, S. L., & Starks, L. T. (2007). The evolution of shareholder activism in the United States. Journal of Applied Corporate Finance, 19(1), 55-73. https://doi.org/10.1111/j.1745-6622.2007.00125.x
- Hoepner, A. G. F., Oikonomou, I., Sautner, Z., Starks, L. T., & Zhou, X. (2023). ESG shareholder engagement and downside risk. *Social Science Research Network*. https://doi.org/10.2139/ssrn.2874252
- Kelly, T. G. (2021). Institutional investors as environmental activists. *Journal of Corporate Law Studies*, 21(2), 467-489. https://doi.org/10.1080/14735970.2021.1881356
- Kim, S., & Yoon, A. (2023). Analyzing active fund managers' commitment to ESG: Evidence from the United Nations Principles for Responsible Investment. *Management Science*, 69(2), 741-758. https://doi.org/10.1287/mnsc.2022.4394
- Kölbel, J. F., Heeb, F., Paetzold, F., & Busch, T. (2018). Beyond Returns: Investigating the social and environmental impact of sustainable investing. *Social Science Research Network*. https://doi.org/10.2139/ssrn.3289544

- Krueger, P., Sautner, Z., & Starks, L. T. (2020). The importance of climate risks for institutional investors. *The Review of Financial Studies*, *33*(3), 1067-1111. https://doi.org/10.1093/rfs/hhz137
- Moneta, F. (2015). Measuring bond mutual fund performance with portfolio characteristics. *Journal of Empirical Finance*, 33, 223-242. https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2015.03.012
- Nelson, J. M. (2006). The "CAIPERS effect" revisited again. *Journal of Corpo*rate Finance. 12(2), 187-213. https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2005.07.002
- OECD Corporate Governance working Papers. (2011). *OECD corporate governance working papers*. https://doi.org/10.1787/22230939
- Otero-González, L. O., Leite, P., Durán-Santomil, P., & Domingues, R. (2022). Morningstar Star Ratings and the performance, risk and flows of European Bond mutual funds. *International Review of Economics & Finance*, 82, 479-496. https://doi.org/10.1016/j.iref.2022.07.003
- Reboredo, J. C., & Otero, L. (2021). Are investors aware of climate-related transition risks? Evidence from mutual fund flows. *Ecological Economics*, *189*, 107148. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107148
- Reboredo, J. C., Quintela, M. G., & Otero, L. (2017). Do investors pay a premium for going green? Evidence from alternative energy mutual funds. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 73, 512-520. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.158
- Wang, W., Lu, W., Kweh, Q. L., & Lai, H. (2014). Does corporate social responsibility influence the corporate performance of the U.S. telecommunications industry? *Telecommunications Policy*, *38*(7), 580-591. https://doi.org/10.1016/j.telpol.2014.01.004
- Yan, S. (2020). The evaluation of the lucky component of Open-End Fund performance based on Bootstrap method. *American Journal of Industrial and Business Management*, 10(05), 1039-1057. https://doi.org/10.4236/ajibm.2020.105069

ESTRATEGIAS PARA UN TURISMO SOSTENIBLE EN EL CAMINO DE SANTIAGO: UN ANÁLISIS DE LAS BUENAS PRÁCTICAS Y LOS RETOS PARA EL FUTURO

Dr. José Antonio Redondo López Académico de Número de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

Introducción

El objetivo de este documento es analizar las estrategias para un turismo sostenible en el camino de Santiago, identificando las buenas prácticas que se han implementado y los retos que se plantean para el futuro. Se ha prestado especial atención a las estrategias para un turismo sostenible en el camino de Santiago, clasificándolas según los tres pilares de la sostenibilidad: económico, social y ambiental. Se han identificado las buenas prácticas que se han llevado a cabo y los retos que se plantean para el futuro, así como las posibles soluciones o recomendaciones que se proponen.

El turismo en Galicia ha experimentado una evolución notable en las últimas décadas, pasando de ser un destino periférico y minoritario a uno de los más visitados de España.

Galicia cuenta con un gran patrimonio natural, histórico y cultural, que se refleja en sus cuatro ciudades que son Patrimonio de la Humanidad: Santiago de Compostela, Lugo, Ourense y Tuy. En 1993 la UNESCO inscribió el Camino Francés en la lista del Patrimonio de la Humanidad debido a su relevancia como una de las rutas de peregrinación cristiana más importantes desde la Edad Media. En 2015 la declaración se amplió para incluir las "Rutas del Norte de España", que comprenden el Camino Primitivo, el Camino Costero o del Norte, el Camino Vasco del Interior, el Camino Lebaniego y otras variantes.

El primer Xacobeo de la era moderna, conocido como Xacobeo 93, se celebró en 1993 siendo presidente de la Xunta de Galicia Manuel Fraga Iri-

barne. El Xacobeo 93 no solo reavivó una antigua tradición de peregrinación, sino que también transformó el Camino de Santiago en un fenómeno cultural y turístico global, con un impacto positivo y duradero en la economía y el patrimonio cultural de Galicia. Este evento marcó un hito en la revitalización del Camino de Santiago y en la promoción de Galicia como destino turístico y cultural. En ese año más de 100.000 peregrinos llegaron a Santiago de Compostela; salvo en la Pandemia los peregrinos que llegan a Santiago no han hecho más que crecer hasta alcanzar la cifra récord de 446.035 en el año 2023.

Desde hace algunos años este crecimiento tan significativo comienza a ser preocupante y a levantar alertas sobre una saturación que puede ser muy perjudicial para su futuro. Los riesgos de este turismo catalogado de "masas" nos ha llevado a que las nuevas estrategias hayan puesto en segundo plano el objetivo de crecimiento y empecemos a hablar de estrategias de turismo sostenible, alejado de las cifras récord; un turismo que respeta el medio ambiente, la cultura y el bienestar de las comunidades locales, y contribuya al desarrollo equitativo y a la conservación del patrimonio. A este respecto en el año 2004 la Organización Mundial del Turismo (OMT) ha establecido una serie de principios y directrices para promover el turismo sostenible, basados en el equilibrio entre los aspectos económicos, sociales y ambientales del sector. En 2013, la OMT junto con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) publicaron el informe "Tourism in the Green Economy"¹, que destaca la importancia de integrar la sostenibilidad en las políticas turísticas a nivel global.¹

El turismo en Galicia también ha tenido que afrontar importantes desafíos, como la estacionalidad, la masificación, la falta de diversificación o la escasa promoción internacional. Por ello, las autoridades gallegas han impulsado diversas estrategias para mejorar la calidad y la competitividad del sector turístico, tales como la creación de productos turísticos especializados, la apuesta por la sostenibilidad ambiental y social, la innovación tecnológica y

¹ United Nations Environment Programme and World Tourism Organization (2012), Tourism in the Green Economy – Background Report, UNWTO, Madrid, DOI: https://doi.org/10.18111/9789284414529.

la cooperación entre los agentes públicos y privados. Estas estrategias buscan consolidar a Galicia como un destino de excelencia, que ofrezca experiencias únicas y diferenciadas a los viajeros, y que contribuya al desarrollo económico y social de la región. En este primer documento, nos centraremos en el camino de Santiago, una de las rutas de peregrinación más antiguas y populares del mundo. Cada año, miles de personas recorren el camino por motivos religiosos, culturales, deportivos o personales, generando un importante impacto económico, social y ambiental en los territorios por los que pasa.

Económico

El turismo sostenible tiene un impacto económico positivo en el camino de Santiago, ya que genera ingresos, empleo, inversión y desarrollo local en los territorios por los que discurre. Según estadísticas publicadas por la Oficina de Acogida al Peregrino de la Catedral de Santiago de Compostela, llegaron 446.035 peregrinos al Camino de Santiago.

Algunas de las buenas prácticas que se han implementado para fomentar el turismo sostenible desde el punto de vista económico son las siguientes:

- La creación de redes de colaboración entre los agentes públicos y privados involucrados en el camino de Santiago, como la Federación Española de Asociaciones de Amigos del Camino de Santiago, la Asociación de Municipios del Camino de Santiago, la Fundación Jacobea o la Xunta de Galicia, que coordinan acciones, proyectos y recursos para mejorar la gestión y la promoción del camino.
- La aplicación de criterios de calidad y sostenibilidad en los servicios turísticos, como la marca Q de Calidad Turística, el Sistema Integral de Calidad Turística en Destinos (SICTED) o la Carta Europea de Turismo Sostenible (CETS), que garantizan el cumplimiento de unos estándares de excelencia, seguridad, accesibilidad y respeto al medio ambiente y a la cultura local.

- La innovación y la digitalización en el sector turístico, como el uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para facilitar la información, la reserva, el pago y la evaluación de los servicios turísticos, así como para crear productos y experiencias turísticas personalizadas, interactivas y adaptadas a las preferencias y necesidades de los peregrinos.
- El programa "Camino Verde", impulsado por la Fundación Santa María la Real, que promueve la reforestación de los tramos más degradados del Camino con especies autóctonas, la recuperación de fuentes y manantiales, la mejora de la señalización y la eliminación de barreras arquitectónicas, y la sensibilización de los peregrinos y los alojamientos sobre buenas prácticas ambientales.
- La red "Albergues con corazón", creada por la Asociación de Amigos del Camino de Santiago de León, que agrupa a 34 albergues que ofrecen un trato personalizado y de calidad a los peregrinos, que colaboran con proyectos sociales y solidarios, que utilizan energías renovables y productos ecológicos, y que participan en actividades culturales y educativas relacionadas con el Camino.
- El proyecto "Caminos de Arte en la Tierra", organizado por la Diputación de Burgos, que consiste en la realización de intervenciones artísticas efímeras en el paisaje del Camino, utilizando materiales naturales y reciclados, con el objetivo de crear espacios de reflexión, belleza y armonía entre el arte, la naturaleza y el ser humano.
- La plataforma "Pilgrim", impulsada por la Fundación Catedral de Santiago, que ofrece a los peregrinos una aplicación móvil que les permite acceder a información sobre el Camino, reservar alojamientos y servicios, obtener el certificado digital de la peregrinación, y contribuir al mantenimiento y conservación de la Catedral de Santiago mediante donaciones voluntarias.

Frente a estas iniciativas de éxito no debemos olvidar que se plantean para el futuro grandes retos que deberemos tener en cuenta y que no son de fácil solución:

- La gestión de la capacidad de carga y la estacionalidad del camino de Santiago, que implica evitar la masificación, la saturación y la degradación de los recursos turísticos, así como fomentar la distribución equitativa de los beneficios económicos entre los diferentes territorios y temporadas del año.
- La competitividad y la diferenciación del camino de Santiago frente a otros destinos turísticos, que implica mantener y mejorar la calidad y la singularidad de los servicios turísticos, así como adaptarse a las tendencias y demandas del mercado turístico global.
- La participación de las comunidades locales en el desarrollo turístico, lo que hace necesario favorecer la implicación, la formación y el reconocimiento de los actores locales, especialmente de los pequeños y medianos empresarios, los trabajadores y los voluntarios, que son los principales protagonistas y beneficiarios del turismo sostenible.

Además, la restauración de la catedral ha permitido crear y mantener puestos de trabajo relacionados con la conservación, la gestión y la difusión del patrimonio, así como con la prestación de servicios turísticos. Las últimas grandes obras de restauración supusieron una gran movilización de recursos económicos de carácter público y privado:

• La rehabilitación del Pórtico de la Gloria), una de las obras maestras del románico europeo, costó 6,2 millones de euros y duró diez años (Fundación Barrie de la Maza). Gracias a este proyecto, se recuperó la belleza original de la escultura, se mejoró su conservación y se instaló un sistema de iluminación y climatización. Además, se creó un centro de interpretación y se habilitó un acceso exclusivo para los visitantes que quieran contemplar el Pórtico con detalle.

- La restauración de la fachada principal de la catedral, conocida como la fachada del Obradoiro, se realizó entre 2019 y 2020, con un coste de 1,7 millones de euros. Esta intervención permitió limpiar, consolidar y proteger la piedra, que presentaba signos de deterioro y suciedad. También se restauraron las esculturas, las vidrieras y los elementos metálicos de la fachada.
- La restauración de la cubierta de la catedral, que se llevó a cabo entre 2018 y 2019, tuvo un presupuesto de 4,5 millones de euros. El objetivo de esta obra era eliminar las filtraciones de agua, reparar las grietas y fisuras, reforzar la estructura y mejorar el aislamiento térmico y acústico. Además, se instalaron paneles solares para generar energía renovable y reducir el consumo eléctrico de la catedral.
- La restauración del entorno de la catedral, que incluye la plaza del Obradoiro, la plaza de la Quintana, la plaza de la Inmaculada y la plaza de las Platerías, se inició en 2016 y aún está en curso. El presupuesto total de esta actuación fue de 17 millones de euros. El propósito de esta obra permitió recuperar el valor histórico y paisajístico de estas zonas, mejorar la accesibilidad y la movilidad, y dotarlas de servicios e infraestructuras adecuados para los peregrinos y los turistas.

Estas inversiones en la restauración de la catedral y su entorno tienen un impacto económico directo e indirecto. El impacto directo se refiere al empleo y al gasto que generan las obras y los servicios relacionados con la conservación y el mantenimiento del patrimonio. El impacto indirecto se refiere al empleo y al gasto que generan las actividades turísticas y culturales que se benefician de la mejora de la catedral y su entorno.

En un estudio realizado por investigadores de la Universidad de Santiago de Compostela², se presentan algunos datos muy relevantes:

² Fernández, Melchor. Riveiro, Dolores: "Estudio del impacto socioeconómico del Camino de Santiago", Grupo de Análisis y Modelización Económica del Instituto Universitario de Estudios y Desarrollo de Galicia. Xunta de Galicia.2022

- Las reformas en la Catedral han constituido un impacto de 36,5 millones de euros.
- El impacto indirecto de la actividad generada alrededor de las obras se sitúa en un intervalo entre 200 y 244 millones en términos anuales.
- El estudio estima que el impacto económico durante la restauración ha sido entre 250 y 300 millones de euros anuales.

Esta situación también se ha reflejado en el ámbito laboral con la creación de 15 puestos de trabajo por cada millón de euros invertidos, unos 375 nuevos empleos. Estos datos nos permiten verificar el papel de la Catedral de Santiago como motor económico no sólo de la Ciudad de Santiago sino también del camino de Santiago y, por supuesto, de Galicia. En el trabajo se estima que el valor económico del patrimonio cultural de la catedral y el camino de Santiago se estima en 1.562 millones de euros, lo que representa el 0,14% del PIB español y el 1,56% del PIB gallego. Este valor se calcula teniendo en cuenta los ingresos generados por el turismo, los gastos de mantenimiento y conservación, y el valor social y simbólico que tiene el patrimonio para la sociedad.

Por tanto, la restauración de la catedral de Santiago es un ejemplo de cómo el turismo sostenible puede contribuir al desarrollo económico, social y ambiental de una ciudad y una región, respetando y valorando su patrimonio cultural. Además, estas inversiones tienen un valor social y cultural, ya que contribuyen a la preservación, la difusión y la puesta en valor del patrimonio histórico y artístico de la ciudad y de la ruta jacobea. Así, la restauración de la catedral de Santiago no solo mejora su estado físico y estético, sino que también genera riqueza, empleo y desarrollo sostenible para el conjunto de la sociedad.

Social

El turismo sostenible tiene un impacto social positivo en el camino de Santiago, ya que contribuye al intercambio cultural, al diálogo interreligioso, a la educación y a la cohesión social entre los peregrinos y las comunidades locales. El camino de Santiago es un espacio de encuentro, de convivencia y de aprendizaje, donde se comparten valores, creencias, experiencias y conocimientos, que enriquecen tanto a los visitantes como a los anfitriones. Además, el turismo sostenible implica un respeto y una valoración de la identidad, la diversidad y el patrimonio cultural de los territorios por los que pasa el camino.

Algunas de las buenas prácticas que se han implementado para fomentar el turismo sostenible desde el punto de vista social son las siguientes:

- La protección y la puesta en valor del patrimonio cultural del camino de Santiago, que implica la conservación, la restauración y la difusión de los bienes culturales, tanto materiales como inmateriales, que forman parte de la historia, la tradición y la identidad del camino, como la arquitectura, el arte, la literatura, la música, la gastronomía o las fiestas populares.
- La sensibilización y la concienciación de los peregrinos y las comunidades locales sobre la importancia del turismo sostenible, que implica la difusión de información, la educación ambiental y la promoción de actitudes y comportamientos responsables y solidarios con el entorno natural y cultural, así como con las personas que viven y trabajan en el camino.
- La inclusión y la accesibilidad de todos los colectivos en el camino de Santiago, que implica la eliminación de las barreras físicas, económicas, sociales y culturales que puedan impedir o dificultar el disfrute del camino a las personas con discapacidad, a las personas mayores, a las familias, a los jóvenes, a las mujeres, a las minorías étnicas o a los migrantes.

La contribución y el fomento del desarrollo local y rural en el camino de Santiago, que implica generar oportunidades de empleo, de emprendimiento y de innovación social para las personas que viven en el camino, especialmente en las zonas más afectadas por el fenómeno de la despoblación, que amenaza con romper el tejido social, económico y cultural de muchos pueblos y aldeas. El camino puede ser un instrumento para revertir esta situación y dinamizar la vida de estos territorios, aprovechando sus recursos naturales y patrimoniales, diversificando su oferta turística y potenciando su participación y cohesión comunitaria.

La recuperación de la población en el camino de Santiago, que implica revertir el proceso de despoblación y envejecimiento que afecta a muchas zonas rurales y periféricas del camino, mediante la atracción y la retención de nuevos residentes, especialmente jóvenes y familias, que puedan aprovechar las oportunidades que ofrece el camino para desarrollar proyectos de vida sostenibles e integrados en el medio. Esto requiere mejorar las condiciones de vida y los servicios básicos en el camino, así como fomentar la diversificación económica, la innovación social y la cooperación territorial.

Los retos que se plantean para el futuro son los siguientes:

- La preservación y la revitalización de la espiritualidad y el sentido del camino de Santiago, que implica mantener y recuperar el valor simbólico, religioso y personal del camino, como una experiencia de búsqueda, de transformación y de trascendencia, que va más allá del turismo convencional.
- La integración y la armonización de los diferentes actores e intereses en el camino de Santiago, que implica gestionar los posibles conflictos, tensiones o desequilibrios que puedan surgir entre los peregrinos y las comunidades locales, o entre los diferentes agentes públicos y privados, que tienen visiones, expectativas y necesidades distintas sobre el camino.

La evaluación y el seguimiento del impacto social del turismo sostenible en el camino de Santiago, que implica diseñar e implementar sistemas de indicadores, de medición y de control que permitan conocer y mejorar los efectos sociales del turismo sostenible, tanto en términos de satisfacción, de calidad de vida, de cohesión social, de interculturalidad, de educación o de participación.

El estudio "Percepciones y espiritualidad en el Camino de Santiago: un análisis basado en encuestas y redes sociales", dirigido por Xosé Antón Rodríguez, y María Loureiro, ³ subraya que, a pesar de algunos desafíos, la percepción general de los peregrinos sobre el Camino de Santiago es muy positiva. La ruta ofrece una experiencia única que combina aspectos espirituales, culturales y de aventura, contribuyendo significativamente al bienestar personal de los peregrinos y al desarrollo socioeconómico de las comunidades locales. Según se pudo constatar: "la motivación más importante a la hora de hacer el peregrinaje a Compostela es la espiritual (67,9 %), seguida por el deseo de recreo y relajación (42,4 %), los motivos culturales (40,4 %), de ocio del deporte y aire libre (34,3 %) y los estrictamente religiosos (27,9 %). En cuanto a los beneficios intangibles de haber peregrinado a Santiago de Compostela, el 44,4 % de los encuestados reconoce haber retornado con energías renovadas y un enfoque distinto sobre su vida; el 27,3 % reconoce el poder transformador de esta experiencia, indicando «que nunca volvería ser la misma persona de antes»; el 17,1 % indica haber experimentado la espiritualidad, y/o la existencia de Dios en una forma mucho más profunda; 6,1 % destaca haber retornado con una nueva comunidad".

Ambiental

El turismo sostenible tiene un impacto ambiental positivo en el camino de Santiago, ya que contribuye a la conservación, la restauración y el aprove-

³ Xosé Antón Rodríguez, y María Loureiro: "Percepciones y espiritualidad en el Camino de Santiago: un análisis basado en encuestas y redes sociales", Dirección Xeral de Turismo. Xunta de Galicia 2023

chamiento de los recursos naturales, como el agua, el aire, la flora, la fauna o el paisaje, que conforman el entorno físico y ecológico del camino. Además, el turismo sostenible implica una reducción del consumo de energía, de agua, de materias primas y de residuos, así como una minimización de las emisiones de gases de efecto invernadero y de la huella ecológica del sector turístico.

Algunas de las buenas prácticas que se han implementado para fomentar el turismo sostenible desde el punto de vista ambiental son las siguientes:

- La planificación y el ordenamiento territorial del camino de Santiago, que implica la delimitación, la señalización y el mantenimiento de las rutas, los alojamientos, los servicios y las infraestructuras turísticas, de acuerdo con los criterios de sostenibilidad, de integración paisajística y de respeto al medio ambiente.
- La aplicación de medidas de eficiencia energética y de uso de energías renovables en los establecimientos turísticos, como la instalación de paneles solares, de sistemas de iluminación led, de aislamiento térmico o de regulación de la temperatura, que permiten reducir el consumo de energía y las emisiones de CO2.
- La gestión sostenible del agua y de los residuos en el camino de Santiago, que implica el uso racional y el ahorro del agua, mediante la instalación de grifos, duchas y sanitarios de bajo consumo, la recogida y el tratamiento de las aguas residuales, la reutilización y el reciclaje del agua, así como la separación, la recogida selectiva, el reciclaje y la valorización de los residuos sólidos urbanos y de los residuos orgánicos.

Los retos que se plantean para el futuro son los siguientes:

 La adaptación y la mitigación del cambio climático en el camino de Santiago, que implica anticiparse y responder a los posibles efectos del cambio climático, como el aumento de la temperatura, la variabilidad de las precipitaciones, la sequía, los incendios, las inundaciones o la erosión, que pueden afectar a la calidad y a la seguridad del camino.

- La protección y el fomento de la biodiversidad y de los ecosistemas en el camino de Santiago, que implica preservar y restaurar la flora y la fauna autóctonas, evitar la introducción de especies invasoras, controlar las plagas y las enfermedades, crear y conectar espacios naturales protegidos, y promover el ecoturismo y el turismo de naturaleza.
- La sensibilización y la educación ambiental de los peregrinos y las comunidades locales sobre la importancia del turismo sostenible, que implica difundir información, educar y promover actitudes y comportamientos responsables y solidarios con el entorno natural y cultural, así como con las personas que viven y trabajan en el camino.

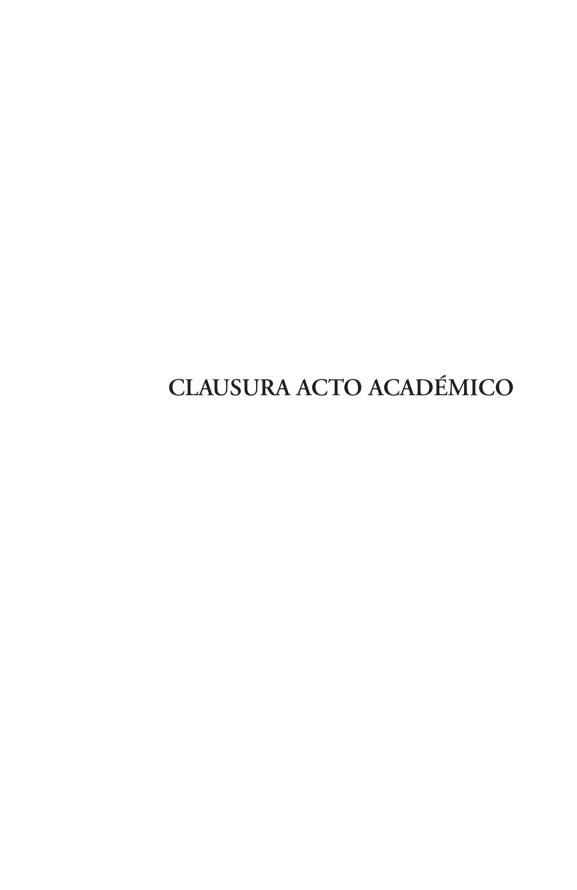
Conclusiones

El turismo sostenible es una oportunidad y un desafío para el camino de Santiago, que implica un equilibrio entre los aspectos económicos, sociales y ambientales del sector turístico. El camino de Santiago es un destino turístico de gran valor histórico, cultural, religioso y natural, que atrae a miles de peregrinos cada año, y que genera un importante impacto económico, social y ambiental en los territorios por los que discurre. El turismo sostenible contribuye a mejorar la calidad y la competitividad del camino de Santiago, a conservar y a poner en valor su patrimonio natural y cultural, y a favorecer el desarrollo local y la cohesión social de las comunidades locales.

En este documento se han analizado las estrategias para un turismo sostenible en el camino de Santiago, identificando las buenas prácticas que se han implementado y los retos que se plantean para el futuro, basándose en los principios y las directrices de la Organización Mundial del Turismo. Se han revisado las fuentes bibliográficas relevantes sobre el tema, y se han presenta-

do algunos ejemplos de casos de éxito y de áreas de mejora. Se han clasificado las estrategias según los tres pilares de la sostenibilidad: económico, social y ambiental, y se han propuesto algunas soluciones o recomendaciones para cada uno de ellos.

Se concluye que el turismo sostenible es una necesidad y una responsabilidad compartida entre todos los actores involucrados en el camino de Santiago, tanto públicos como privados, tanto locales como globales, tanto anfitriones como visitantes. El turismo sostenible requiere de una visión integral, de una gestión participativa y de una acción coordinada, que permita aprovechar las oportunidades y afrontar los desafíos que plantea el camino de Santiago como un destino turístico de referencia mundial.



EL MENSAJE HUMANISTA

Conferencia de clausura

Dr. Jaime Gil Aluja Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

No es un adiós sino hasta siempre

Los muros de esta prestigiosa Universidad de Santiago de Compostela han sido protagonistas de excepción de los esfuerzos, esta vez redoblados, por transmitir de manera clara los mensajes profundos de los ponentes de dos instituciones académicas del más elevado prestigio.

Una pequeña etapa más que, así lo esperamos, va a constituir el origen de nuevas aventuras investigadoras que siempre suponen los intentos de creación científica.

El adiós significa siempre el origen de melancolía por pasadas vivencias en común en el descubrimiento de nuevos horizontes del saber.

Se encuentren delante de nuestros ojos o en la lejanía del azul infinito, allí están los conocimientos, esperando que nosotros mismos o quienes en nuestras tareas nos sucedan, las recojan y no queden para siempre dormidos en los sueños del olvido. Y será así, por cuanto la Real Academia y también, estamos convencidos, la Universidad de Santiago, continuarán su misión transmisora del conocimiento.

En el caso de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras, es la "Escuela de Economía Humanista de Barcelona" la que puede jugar un papel transmisor destacado en el ámbito que le es propio. No se trata, pues, de un adiós sino de un hasta siempre.

Precisamente por la importancia que significa ese movimiento ideológico de la ciencia económica, creemos necesario no olvidar su cuidadosa colocación dentro de la repleta valija de nuevos conocimientos que nos llevamos a nuestras residencias, aun cuando ocupen un pequeño rincón.

Y, para ahuyentar el olvido ¿qué mejor que exponer unos breves trazos del origen y naturaleza de la Escuela de Economía Humanista de Barcelona, a modo de invitación a trabajar en ella?

La necesidad de un cambio epistemológico

La disociación entre ciencia económica y realidades económicas ha sido siempre la gran losa que hemos tenido que llevar encima de nuestras cabezas los investigadores de la economía.

Pero ahora, esta losa se ha hecho imposible de sostener como consecuencia del enorme peso que han significado los cambios habidos en las realidades de nuestros días, tan profundos y en direcciones tan difícilmente predeterminables que el futuro se ha configurado con una complejidad e incertidumbre sin precedentes en la historia del humano en sociedad.

Ante estas circunstancias la ciencia económica no ha podido o sabido, hasta hace poco, realizar la tarea de adaptar convenientemente sus mecanismos para un eficaz tratamiento de los nuevos problemas que han ido surgiendo.

Tuvieron que ser una voces surgidas de la Real Academia, las que clamaron por una revisión profunda de sus estructuras formales, desde las mismas raíces, es decir, desde sus principios sobre los que se había construido el saber económico por la Escuela de Salamanca, primero, y por los trabajos de Adam Smith (1723-1790), muchos años después, con la publicación de su obra "Una investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones" (1776), considerada como precursora de la llamada Escuela del Liberalismo Económico.

Poco tiempo después surge la necesidad de cambios y nuevos planteamientos formales empujados, unos y otros, por la importancia creciente de lo económico dentro de lo social.

Surgen, así, propuestas y ensayos por parte de estudiosos, creadores de teorías y modelos de distinto alcance, ya al borde del siglo XIX, que quizás hoy estarían olvidadas sin la agrupación y sistematización que permitieron las escuelas del pensamiento económico.

Vale la pena enumerar, entre otras, la llamada "Escuela Neoclásica", con las figuras señeras de Alfred Marshall (1842-1924), David Ricardo (1772-1823), John Stuart Mill (1806-1873), Leon Walras (1834-1910), Stanley Jevons (1835-1882), si reunimos ricardianos y marginalistas en una sola escuela.

Lo mismo podríamos decir de otras escuelas tales como la "Escuela Histórica Alemana de Economía", con inicios en la obra de Friedrich List (1789-1846) y que comprende personalidades como Vilheim Roscher (1817-1894), Bruno Hildebrand (1812-1878), Karl Knies (1821-18989), Gustav von Schmoller (1838-1917), Adolf Wagner (1890-1944), Etienne Laspeyres (1834-1913), Werner Sombart (1863-1941), Max Weber (1864-1920) y Willheim Lexis (1837-1914).

Casi simultáneamente, la "Escuela Económica de Viena" surge con componentes aún hoy recordados, entre los que se encuentran Carl Menger (1840-1921), Eugen von Böhm-Bawerk (1851-1914), William Stanley Jevons (1835-1882) y Leon Walras (1834-1910).

Podríamos continuar, pero estamos convencidos que este breve recorrido general será suficiente para ilustrar la importancia de una escuela del pensamiento económico para la perdurabilidad de la presencia futura de los investigadores que la forman.

Por ley de vida, sin una escuela esos autores hoy famosos pronto hubieran sido olvidados.

Después de estas reflexiones, consideramos lícito plantearse la siguiente pregunta: ¿la Escuela de Economía Humanista de Barcelona ha conseguido con sus creaciones científicas, sus aportaciones técnicas y sus aplicaciones prácticas, merecer un lugar entre tanta sabiduría como la que nos precede? Estamos convencidos que la respuesta es taxativamente positiva.

El germen de la escuela del pensamiento económico

El problema que ha sobrevivido a todas las iniciativas adoptadas para su solución sin logarlo, por parte de ilustres investigadores de manera individual o por las más prestigiosas escuelas de economía, es la **subjetividad.**

Pues bien, la "Escuela de Economía Humanista de Barcelona", a partir de un principio central (Principio de Simultaneidad Gradual) una conceptualización (medida y valuación, grado o nivel, playa de entropía;...) y la utilización de nuevos y rescatados operadores (distancias max-min, ...) ha conseguido elaborar esquemas formales (modelos y algoritmos, principalmente) con resultados muy satisfactorios y que hoy se encuentran publicados en la página web de nuestra Real Corporación, para su uso público.

Todo ello nos hace concluir, sin rubor, que no existe, ni mucho menos, una diferencia tal entre nuestra escuela y las que nos precedieron, que nos haga sentir en inferioridad. Para confirmarlo es suficiente acudir a la base misma de nuestras investigaciones: la **numerización de la subjetividad**.

Ha sido éste el problema subyacente o aflorado desde los primeros momentos de vida de la ciencia económica como tal, en los Siglos XVIII y XIX, cuando se buscaba formalizar el comportamiento del sujeto económico a través de los esquemas de la física.

El experimento no tuvo éxito, pues se consolidó lo que ya se conocía: el concepto de *homo economicus* como sujeto de las relaciones económicas, es decir, un *humano-robot que* piensa, decide y actúa siempre de manera ra-

cional: gran, inmenso error de principio, ya que, en el cerebro del humano sí existe un componente de racionalidad, pero también un componente de emotividad, si así se les quiere llamar a las alegrías y tristezas, a los sueños, satisfacciones y contratiempos.

Nunca hasta ahora se le había dado una respuesta sólida a la numerización de la subjeividad. ¿Por qué? A nuestro entender a causa del inamovible *principio del tercio excluso, tertium non datur: "toda proposición es verdadera o falsa pero no puede ser verdadera y falsa a la vez".*

En el III Congreso SIGEF de Buenos Aires del 11-13 de noviembre de 1996, nos atrevimos a enunciar un nuevo principio, que llamamos *Principio de Simultaneidad Gradual* que generalizaba al Principio del tercio excluso: "toda proposición es verdadera y falsa a la vez a condición de asignar un grado o nivel a su verdad y un grado o nivel a su falsedad"

Este principio ha constituido el punto de apoyo inicial de las investigaciones que han permitido transitar desde una ciencia económica mecanicista a una ciencia económica humanista.

Y es a partir y al amparo de este principio que han surgida nuevos conceptos, singulares operadores, métodos, modelos y algoritmos que están ya siendo utilizados en busca de un alto objetivo: una sociedad mejor, una sociedad más libre y más solidaria, en un sistema económico con prosperidad compartida.

Gracias, muchas gracias



Real Academia

de Ciencias Económicas y Financieras

PUBLICACIONES DE LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS

*Las publicaciones señaladas con el simbolo están disponibles en formato PDF en nuestra página web: https://racef.es/es/publicaciones

**Las publicaciones señaladas con el símbolo están disponibles en nuestros respectivos canales de Youtube

PUBLICACIONES DEL OBSERVATORIO DE INVESTIGACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

- M-24/11 Nuevos mercados para la recuperación económica: Azerbaiyán. 📆 🕌
- M-30/12 Explorando nuevos mercados: Ucrania, 2012. (Incluye DVD con textos en ucraniano), 2012.
- M-38/15 Desarrollo de estrategias para la cooperación económica sostenible entre España y México, 2015.
- M-41/16 Cuba a la luz de la Nueva Ley de Inversiones Extranjeras: Retos y oportunidades para la economía catalana, (Estudio elaborado por el Observatorio de Investigación Económico-Financiera), 2016.
- MO-47/16 Colombia: la oportunidad de la paz. Estudio sectorial para la inversión de empresas españolas en el proceso de reconciliación nacional (Estudio del Observatorio de Investigación Económico-Financiera de la RACEF).
- MO-50/17 La gestión y toma de decisiones en el sistema empresarial cubano. Gil-Lafuente, Ana Maria; García Rondón, Irene; Souto Anido, Lourdes; Blanco Campins, Blanca Emilia; Ortiz, Torre Maritza; Zamora Molina, Thais.
- MO-52/18 Efectos de la irrupción y desarrollo de la economía colaborativa en la sociedad española. Gil-Lafuente, Ana Maria; Amiguet Molina, Lluís; Boria Reverter, Sefa; Luis Bassa, Carolina; Torres Martínez, Agustín; Vizuete Luciano, Emilio.
- MO-53/19 Índice de equidad de género de las comunidades autónomas de España: Un análisis multidimensional. Gil-Lafuente, Ana Maria; Torres Martínez, Agustín; Boria Reverter, Sefa; Amiguet Molina, Lluís.
- MO-54/19 Sistemas de innovación en Latinoamérica: Una mirada compartida desde México, Colombia y Chile. Gil-Lafuente, Ana M.; Alfaro-García, Víctor G.; Alfaro-Calderón, Gerardo G.; Zaragoza-Ibarra, Artemisa; Goméz-Monge, Rodrigo; Solís-Navarrete, José A.; Ramírez-Triana, Carlos A.; Pineda-Escobar, María A.; Rincón-Ariza, Gabri- ela; Cano-Niño, Mauricio A.; Mora-Pardo, Sergio A.; Nicolás, Carolina; Gutiérrez, Alexis; Rojas, Julio; Urrutia, Angélica; Valenzuela, Leslier; Merigó, José M.
- MO-56/19 Kazakhstan: An Alliance or civilizations for a global challenge. Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan Institute of Economic Research; Royal Academy of Economic and Financial Sciences of Spain.
- MO-60/19 Medición de las capacidades de innovación en tres sectores primarios en Colombia. Efectos olvidados de las capacidades de innovación de la quínoa, la guayaba y apícola en Boyacá y Santander. Blanco-Mesa, Fabio; León-Castro, Ernesto; Velázquez-Cázares, Marlenne; Cifuentes-Valenzuela, Jorge; Sánchez-Ovalle, Vivian Ginneth.
- MO-61/19 El proceso demográfico en España: análisis, evolución y sostenibilidad. Gil-Lafuente, Ana M.; Torres-Martínez, Agustín; Guzmán-Pedraza, Tulia Carolina; Boria-Reverter, Sefa.

- MO-64/20 Capacidades de Innovación Ligera en Iberoamérica: Impliaciones, desafíos y sinergias sectoriales hacia el desarrollo económico multilateral. Alfaro-García, VG.; Alfaro-Calderón, GG.; García-Orozco, D.; Zaragoza-Ibarra, A.; Boria-Reverter, S.; Gómez-Monge, R.
- MO-65/20 El adulto mayor en España: Los desafíos de la sociedad ante el envejecimiento. Gil-Lafuente, Ana M.; Torres-Martínez, Agustín; Guzmán-Pedraza, Tulia Carolina; Boria-Reverter, Sefa.
- MO-68/21 Public policy to handle aging: the seniors' residences challenge / Políticas para la gestión pública del envejecimiento: el desafío de las residencias para personas mayores. Kydland, F.; Kydland, T.; Valero Hermosilla, J. y Gil-Lafuente, Ana M.
- MO-70/21 Ecología y tecnología para una nueva economía poscovid-19. Ana María Gil-Lafuente, Agustín Torres-Martínez, Tulia Carolina Guzmán-Pedraza, Sefa Boria-Reverter.
- MO-80/23 Cómo envejecemos los españoles: Enfermedades prevalentes y morbilidad en nuestra senectud. Ana María Gil-Lafuente, , Sefa Boria-Reverter, Lourdes Souto Anido, Emilio Vizuete Luciano, Jaime Gil Lafuente.
- MO-82/23 Sostenibilidad Urbanística y Vivienda. Aline Castro-Rezende, Ana María Gil-Lafuente, Lluís Amiguet Molina, Luciano Barcellos-Paula, Sander Laudy.
- MO-83/23 Innovación Tecnológica, modelos Computacionales y Sostenibilidad en Iberoamérica. Dirección Ana Maria Gil-Lafuente. Autores: Argentina: Lucila Lazzari, Luisa; Fernández, María José; Parma, Andrea; Landolfi, Bettina; Goyheix, Daniela; Douelle, Matías; Brasil: Valotto Patuzzo, Genilson; França Naves, Thiago; Ono Fonseca, Keiko Verônica; Teresinha Beuren, Arlete; Reitz Cardoso, Flávia Aparecida; Delisandra Feltrim, Valéria; Chile: Olazabal-Lugo, Maricruz; Espinoza-Audelo, Luis Fernando; Perez-Arellano, Luis A.; Huesca-Gastelum, Martin I.; Delgadillo-Aguirre, Alicia; Leon-Castro, Ernesto; Colombia: Blanco-Mesa, Fabio; Abril-Teatin, Jheisson; Cuba: Souto Anido, Lourdes; Imbernó Díaz, Ana Laura; Ecuador: Pilar Tamayo Herrera, Aracely; Tapia, Freddy; España: Gil-Lafuente, Ana Maria; Boria-Reverter, Sefa; Torres Vergara, Carlos; México: García-Orozco, Dalia; Merino Arteaga, Ireri Patricia; Alfaro-García, Víctor G.; Perú: Barcellos de Paula, Luciano; Portugal: Castro Rezende, Aline.
- MO-84/24 Crecimiento Sostenible en España: Los retos del Pacto MundiaL. Ana Maria Gil-Lafuente, Josefa Boria Reverter, Darley Biviana Pacheco Cubillos.
- MO-87/24 Crecimiento Sostenible e Infraestructuras. (Cátedra UB_Fundación Mutua Madrileña sobre sostenibilidad empresarial). Finn E.Kydland, Jaime Gil Aluja, Ana Maria Gil-Lafuente, Maurici Lucena Betriu, Lluís Amiguet Molina, Nenad Filipovic, 2024. [#]

OTRAS PUBLICACIONES Y COEDICIONES DE LA REAL ACADEMIA

- M-1/03 De Computis et Scripturis (Estudios en Homenaje al Excmo. Sr. Dr. Don Mario Pifarré Riera), 2003.
- M-2/04 Sesión Académica de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras en la Académie du Royaume du Maroc (Publicación del Solemne Acto Académico en Rabat el 28 de mayo de 2004), 2004.
- M-3/05 Una Constitución para Europa, estudios y debates (Publicación del Solemne Acto Académico del 10 de febrero de 2005, sobre el "Tratado por el que se establece una Constitución para Europa"), 2005.
- M-4/05 Pensar Europa (Publicación del Solemne Acto Académico celebrado en Santiago de Compostela, el 27 de mayo de 2005), 2005.
- M-5/06 El futuro de las relaciones euromediterráneas (Publicación de la Solemne Sesión Académica de la R.A.C.E.F. y la Universidad de Túnez el 18 de marzo de 2006), 2006.
- M-6/06 Veinte años de España en la integración europea (Publicación con motivo del vigésimo aniversario de la incorporación de España en la Unión Europea), 2006.
- M-7/07 La ciencia y la cultura en la Europa mediterránea (I Encuentro Italo-Español de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras y la Accademia Nazionale dei Lincei), 2007.
- M-8/07 La responsabilidad social de la empresa (RSE). Propuesta para una nueva economía de la empresa responsable y sostenible, 2007.
- M-9/08 El nuevo contexto económico-financiero en la actividad cultural y científica mediterránea (Sesión Académica internacional en Santiago de Compostela), 2008.
- M-10/08 Pluralidad y unidad en el pensamiento social, técnico y económico europeo (Sesión Académica conjunta con la Polish Academy of Sciences), 2008.
- M-11/08 Aportación de la ciencia y la cultura mediterránea al progreso humano y social (Sesión Académica celebrada en Barcelona el 27 de noviembre de 2008), 2009.
- M-12/09 La crisis: riesgos y oportunidades para el Espacio Atlántico (Sesión Académica en Bilbao), 2009.
- M-13/09 El futuro del Mediterráneo (Sesión Académica conjunta entre la Montenegrin Academy of Sciences and Arts y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras, celebrada en Montenegro el 18 de mayo de 2009), 2009.
- M-14/09 Globalisation and Governance (Coloquio Internacional entre la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras y el Franco-Australian Centre for International Research in Management Science (FACIREM), celebrado en Barcelona los días 10-12 de noviembre de 2009), 2009.
- M-15/09 Economics, Management and Optimization in Sports. After the Impact of the Financial Crisis (Seminario Interncional celebrado en Barcelona los días 1-3 de diciembre de 2009), 2009.

- M-16/10 Medición y Evaluación de la Responsabilidad Social de la Empresa (RSE) en las Empresas del Ibex 35, 2010.
- M-17/10 Desafío planetario: desarrollo sostenible y nuevas responsabilidades (Solemne Sesión Académica conjunta entre l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Bélgica y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España, en Bruselas el día 8 de Junio de 2010), 2010.
- M-18/10 Seminario analítico sobre la casuística actual del derecho concursal (Sesión Académica celebrada el 4 de junio de 2010), 2010.
- M-19/10 Marketing, Finanzas y Gestión del Deporte (Sesión Académica celebrada en la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras en diciembre de 2009). 2010 📆 🕌
- M-20/10 Optimal Strategies in Sports Economics and Management (Libro publicado por la Editorial Springer y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras). 2010
- M-21/10 El encuentro de las naciones a través de la cultura y la ciencia (Solemne Sesión Académica conjunta entre la Royal Scientific Society de Jordania y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España, en Amman el día 8 de noviembre de 2010). 2010.
- M-21B/10 Computational Intelligence in Business and Economics (Proceedings de MS´10 International Conference celebrada en Barcelona los días 15-17 de julio de 2010). Edición de World Scientific, 2010.
- M-22/11 Creación de valor y responsabilidad social de la empresa (RSE) en las empresas del IBEX 35. 2011.
- M-23/11 Incidencia de las relaciones económicas en la recuperación económica del área mediterránea (VI Acto Internacional celebrado en Barcelona el 24 de febrero de 2011), (Incluye DVD con resúmenes y entrevistas de los ponentes) 2011.
- M-25/11 El papel del mundo académico en la sociedad del futuro (Solemne Sesión Académica en Banja Luka celebrada el 16 de mayo de 2011), 2011.
- M25B/11 Globalisation, governance and ethics: new managerial and economic insights (Edición Nova Science Publishers), 2011.
- M-26/12 Decidir hoy para crear el futuro del Mediterráneo (VII acto internacional celebrado el 24 de noviembre de 2011), 2012.
- M-27/12 El ciclo real vs. el ciclo financiero un analisis comparativo para el caso español. Seminario sobre política anticíclica, 2012.
- M-28/12 Gobernando las economías europeas. La crisis financiera y sus retos. (Solemne Sesión Académica en Helsinki celebrada el 9 de febrero de 2012), 2012.
- M-29/12 Pasado y futuro del área mediterránea: consideraciones sociales y económicas (Solemne Sesión Académica en Bejaia celebrada el 26 de abril de 2012), 2012.
- M-31/13 Why austerity does not work: policies for equitable and sustainable growth in Spain and Europe (Conferencia del académico correspondiente para Estados Unidos, Excmo. Sr. Dr. D. Joseph E. Stiglitz, Pronunciada en Barcelona en diciembre de 2012), 2013.

- M-32/13 Aspectos micro y macroeconómicos para sistemas sociales en transformación (Solemne Sesión Académica en Andorra celebrada el 19 de abril de 2013), 2013.
- M-33/13 La unión europea más allá de la crisis (Solemne Sesión Académica en Suiza celebrada el 6 de junio de 2013), 2013.
- M-33B/13 Decision Making Sytems in Business Administration (Proceedings de MS'12 International Conference celebrada en Río de Janeiro los días 10-13 de diciembre de 2012). Edición de World Scientific, 2013.
- M-34/14 Efectos de la evolución de la inversión pública en Educación Superior. Un estudio del caso español y comparado (Trabajo presentado por la Sección Primera de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras), 2014.
- M-35/14 Mirando el futuro de la investigación científica (Solemne Acto Académico Conjunto celebrado en Bakú el 30 de mayo de 2014), 2014.
- M-36/14 Decision Making and Knowledge Decision Support Systems (VIII International Conference de la RACEF celebrada en Barcelona e International Conference MS 2013 celebrada en Chania Creta. Noviembre de 2013). Edición a cargo de Springer, 2014. 🚟 🚺
- M-37/14 Revolución, evolución e involución en el futuro de los sistemas sociales (IX Acto internacional celebrado el 11 de noviembre de 2014), 2014. 📆 🛗
- M-39/15 Nuevos horizontes científicos ante la incertidumbre de los escenarios futuros (Solemne Acto Académico Conjunto celebrado en Cuba el 5 de mayo de 2015), 2015.
- M-40/15 Ciencia y realidades económicas: reto del mundo post-crisis a la actividad investigadora (X Acto Internacional celebrado el 18 de noviembre de 2015), 2015.
- ME-42/16 Vivir juntos (Trabajo presentado por la Sección Tercera de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras), 2016.
- MS-43/16 ¿Hacia dónde va la ciencia económica? (Solemne Acto Académico Conjunto con la Universidad Estatal de Bielorrusia, celebrado en Minsk el 16 de mayo de 2016), 2016.
- MS-44/16 Perspectivas económicas frente al cambio social, financiero y empresarial(Solemne Acto Académico Conjunto con la Universidad de la Rioja y la Fundación San Millán de la Cogolla, celebrado en La Rioja el 14 de octubre de 2016), 2016.
- MS-45/16 El Comportamiento de los actores económicos ante el reto del futuro (XI Acto Internacional de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras, celebrado en Barcelona el 10 de noviembre de 2016), 2016.
- MS-46/17 El agua en el mundo-El mundo del agua/ Water in the world- The World of Water (Nueva Edición Bilingüe Español-Inglés del Estudio a cargo del Prof. Dr. Jaime Lamo de Espinosa, publicada con motivo del 150 aniversario de Agbar), 2017.
- MS-48/17 El pensamiento económico ante la variedad de espacios españoles (Solemne Acto Académico conjunto con la Universidad de Extremadura y la Junta de Extremadura celebrado los días 2-3 de marzo de 2017), 2017.
- MS-49/17 La economía del futuro en Europa. Ciencia y realidad. Calmîc, Octavian; Aguer Hortal, Mario; Castillo, Antonio; Ramírez Sarrió, Dídac; Belostecinic, Grigore; Rodríguez Castellanos, Arturo; Bîrcă, Alic; Vaculovschi, Dorin; Metzeltin, Michael; Verejan, Oleg; Gil Aluja, Jaime.

- MS-51/17 Las nuevas áreas del poder económico (XII Acto Internacional de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras celebrado en Barcelona el 16 de noviembre de 2017), 2017.
- MS-53/18 El reto de la prosperidad compartida. El papel de las tres culturas ante el siglo XXI. Solemne acto académico conjunto con la Fundación Tres Culturas del Mediterráneo (Barcelona Economics Network). Askenasy, Jean; Imanov, Gorkmaz; Granell Trias, Francesc; Metzeltin, Michael; Bernad González, Vanessa; El Bouyoussfi, Mounir; Ioan Franc, Valeriu; Gutu, Corneliu.
- MS-54/18 Las ciencias económicas y financieras ante una sociedad en transformación. Solemne Acto Académico conjunto con la Universidad de León y la Junta de Castilla y León, celebrado el 19 y 20 de abril de 2018. Rodríguez Castellanos, Arturo; López González, Enrique; Escudero Barbero, Roberto; Pont Amenós, Antonio; Ulibarri Fernández, Adriana; Mallo Rodríguez, Carlos; Gil Aluja, Jaime.
- MV-01/18 La ciencia y la cultura ante la incertidumbre de una sociedad en transformación (Acto Académico de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras en la Universidad de Tel Aviv celebrado el 15 y 16 de mayo de 2018), 2018.
- MS-55/19 Desafíos de la nueva sociedad sobrecompleja: Humanismo, dataísmo y otros ismos (XIII Acto Internacional de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras celebrado en Barcelona el 15 y 16 de noviembre de 2018), 2018.
- MS-57/19 Complejidad Financiera: Mutabilidad e Incertidumbre en Instituciones, Mercados y Productos. Solemne Acto Académico Conjunto entre la Universitat de les Illes Balears, la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España, el Cercle Financer de Balears, el Colegio de Economistas de las Islas Baleares y el Cercle d'Economia de Mallorca, celebrado los días 10-12 de abril de 2019. Rodríguez Castellanos, Arturo; López González, Enrique; Liern Carrión, Vicente; Gil Aluja, Jaime.
- ME-58/19 Un ensayo humanista para la formalización económica. Bases y aplicaciones (Libro Sección Segunda de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras), 2019.
- MS-59/19 Complejidad Económica: Una península ibérica más unida para una Europa más fuerte. Solemne Acto Académico Conjunto entre la Universidad de Beira Interior Portugal y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España, celebrado el día 19 de junio de 2019. Askenasy, Jean; Gil Aluja, Jaime; Gusakov, Vladimir; Hernández Mogollón, Ricardo; Imanov, Korkmaz; Ioan-Franc, Valeriu; Laichoubi, Mohamed; López González, Enrique; Marino, Domenico; Redondo López, José Antonio; Rodríguez Rodríguez, Alfonso; Gil Lafuente, Ana Maria.
- MS-62/20 Migraciones (XIV Acto Internacional de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras celebrado en Barcelona el 14 y 15 de noviembre de 2019), 2019.
- MS-63/20 Los confines de la equidad y desigualdad en la prosperidad compartida. Solemne Acto Académico Conjunto entre la Universidad de Cantabria y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras, celebrado los días 7 y 8 de mayo de 2020. Ramírez Sarrió, Dídac; Gil Aluja, Jaime; Rodriguez Castellanos, Arturo; Gasòliba, Carles; Guillen, Montserrat; Casado, Fernando; Gil-Lafuente, Ana Maria, Sarabia Alegría, José María.

- MS-66/21 La vejez: conocimiento, vivencia y experiencia (XV Acto Internacional de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras celebrado en Barcelona el 10 y 20 de noviembre de 2020), 2020.
- MS-67/21 Sistemas de pensiones para una longevidad creciente. Una mirada a los sistemas de pensiones en Bielorrusia, España, Finlandia, México y Suiza. Daniel i Gubert, Josep; Wanner, Jean-Marc; Gusakov, Vladimir; Kiander, Jaakko; González Santoyo, Federico; Flores Romero, Beatriz; Gil-Lafuente, Ana Maria; Guillen, Montserrat. 2021.
- MS-69/21 Ciencia y actividad económica: propuestas y realidades (Trabajos correspondientes al I Ciclo de Conferencias Internas). Gil Aluja, Jaime; Granell Trias, Francesc; Aguer Hortal, Mario; Ramírez Sarrió, Dídac; Argandoña Rámiz, Antonio; Liern Carrión, Vicente; Gil-Lafuente, Ana María. 2021.
- MS-71/22 Incidencias económicas de la pandemia. Problemas y oportunidades. Solemne Acto Académico Conjunto entre la Universidad de Valencia y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras, celebrado los días 21 y 22 de octubre de 2021. Gil Aluja, Jaime; Aguer Hortal, Mario; Maqueda Lafuente, Francisco Javier; Ramírez Sarrió, Dídac; Liern Carrión, Vicente; Rodríguez Castellanos, Arturo; Guillén Estany, Montserrat.
- MS-72/22 La nueva economía después del Sars-Cov-2. Realidades y revolución tecnológica. (XVI Acto Internacional de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras celebrado en Barcelona el 18 y 19 de noviembre de 2021), 2021.
- ME-73/22 El Banco Central Europeo y la crisis financiera (2007-2018). Sección de Ciencias Económicas de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras. Argandoña Rámiz, Antonio; Castells Oliveres, Antoni. 2022.
- MS-74/22 Ciencia y actividad económica: propuestas y realidades (Trabajos correspondientes al II Ciclo de Conferencias Internas). Gil Aluja, Jaime; Rodríguez Rodríguez, Alfonso; Guillén Estany, Montserrat; Rodríguez Castellanos, Arturo; Lago Peñas, Santiago; Barquero Cabrero, José Daniel; López González, Enrique. 2022.
- MS-75/22 Soluciones económicas y tecnológicas a la degradación del ecosistema del planeta. (I Seminario Internacional Abierto de Barcelona de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras celebrado en Barcelona el 8 y 9 de junio de 2022) ,2022.
- ME-76/22 Economistas Españoles Relevantes de los siglos XVIII, XIX y XX. Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras. Aguer Hortal, Mario. 2022.
- MS-77/23 ¿Por qué no un Mundo Sostenible? La Ciencia Económica va a su encuentro. (XVII Acto Internacional de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras celebrado en Barcelona el 16 y 17 de noviembre de 2022) ,2022.
- MS-78/23 Los nuevos desafíos y oportunidades de la transformación digital de la economía española. (Solemne Acto Académico conjunto entre la Universidad de Salamanca y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras celebrado en Salamanca el 15 de marzo de 2023),2023.

- MS-79/23 La Ciberseguridad como imperativo para la Economía de España. (Solemne Acto Académico conjunto entre el Instituto Nacional de Ciberseguridad y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras celebrado en León el 17 de marzo de 2023), 2023.), 2023.
- MS-81/23 Ciencia y actividad económica: propuestas y realidades (Trabajos correspondientes al III Ciclo de Conferencias Internas). Gil Aluja, Jaime; Gasòliba Böhm, Carles-Alfred; Daniel i Gubert, Josep; Maqueda Lafuente, Francisco Javier; Terceño Gómez, Antonio; Lamo De Espinosa; Jaime. 2023.
- MS-85/24 La Ciberseguridad en la Ciencia y en las actividades economicas (Trabajos correspondientes al II Seminario Internacional de primavera de Barcelona). Gil Aluja, Jaime; Petre Roman; Enrique Lecumberri Mati; Ana Maria Gil-Lafuente, Valeriu Ioan Franc; Korkmaz Imanov; Domenico Marino; Dobrica Milovanovic; Carlo Morabito; Enrique Lopez; Jose Daniel Barquero; Janusz Kacprzyk; Mario Aguer. 2023.
- MS-86/24 Inteligencia Artificial: Innovaciones Económicas y sociales (Solemne Acto Académico conjunto entre la Universidad de Kragujevac y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras). Jaime Gil Aluja, Nenad Filipoovic, Janusz Kacprzyk, Vicente Liern, Veljko Marinkovic, José Daniel Barquero, Tijana Geroski, Valeriu Ioan Franc, Arturo Rodríguez Castellanos. Serbia, abril 19-23. 2023.
- MS-88/24 La voz de la ciencia económica frente a los límites de la vida en el planeta (XVIII Acto Internacional de Barcelona) Jaime Gil Aluja, Mohamed Laichoubi, Alessandro Bianchi, Juli Minoves Triquel, Erna Hennicot, Valeriu Ioan Franc, Korkmaz Imanov, Constantin Zopounidis, José Daniel Barquero Cabrero, Mario Aguer, Federico González Santoyo, Jean Askenasy, Petre Roman, José Mª Sarabia, Montserrat Guillén, Piergiuseppe Morone, Francesca Bonelli, Domenico Marino, Dobrica Milovanovic, Carlo Morabito, Jean-Pierre Danthine. Barcelona, noviembre 15-16, 2023.
- MS-89/24 Las expectativas económicas inciertas en el inquietante orden mundial. (Solemne acto académico conjunto entre la Swiss UMEF University y la RACEF), Jaime Gil Aluja, Petre Roman, Djawed Sangdel, Janusz Kacprzyk, Sylvaine Mercury Chapuis, Valeriu Ioan-Franc, Andrei-Marius Diamescu, Marc Bonnet, Gilles Grin, Viola Krebs, Natalia Raksha, Arturo Rodríguez Castellanos, Luciano Barcellos, Michel Metzeltin, Korkmaz Imanov, Dan Bog, Carlo Morabito, Mario Aguer. Ginebra, abril 16-19, 2024.
- MS-90/24 Retos Económicos y Sociales en el horizonte de 2030. (Solemne Acto Académico conjunto entre la Universidad de Santiago de Compostela y la RACEF), Jaime Gil Aluja, Antonio Terceño Gómez, Santiago Lago Peñas, Mario Aguer Hortal, Paula López Martínez, Enrique López González, Luis Otero González, José Antonio Redondo López. Santiago de Compostela, junio 4-7, 2024.





La Universidad de Santiago de Compostela (USC) es una institución pública de educación superior, fundada en 1495. Con más de cinco siglos de historia, combina dinamismo y tradición, contribuyendo al desarrollo económico, social y cultural de la sociedad gallega. En la actualidad, la USC alberga 46 centros y 15 institutos de investigación, ofreciendo una amplia gama de programas académicos, producción científica y actividades de difusión del conocimiento y creación cultural. Este legado constituye un valioso patrimonio cultural y científico. Su identidad se basa en principios de libertad, igualdad, justicia, pluralismo, sostenibilidad y compromiso ético.

Los orígenes más remotos de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España se remontan al siglo XVIII, cuando en 1758 se crea en Barcelona la Real Junta Particular de Comercio.

El espíritu inicial que la animaba entonces ha permanecido hasta nuestros días: el servicio a la sociedad, a partir del estudio y de la investigación., es decir, actuar desde la razón y desde el humanismo. De ahí las palabras que aparecen en su escudo y medalla: "Utraque Unum".

La forma actual de la Real Corporación tiene su gestación en la década de los años 30 del pasado siglo. Su recreación se produce el 16 de mayo de 1940. En 1958 adopta el nombre de Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras. En el año 2017 se incorpora, con todos los honores, en la máxima representación científica española: el Instituto de España.

En estos últimos años se ha potenciado de tal manera la internacionalización de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España que hoy es considerada la Real Academia con mayor número de convenios de Colaboración Científica de nuestro país.

Su alto prestigio se ha asentado, principalmente, en cuatro direcciones. La primera de ellas, es la incorporación de grandes personalidades del mundo académico y de la actividad económica de los estados y de las empresas, con seis Premios Nobel, cuatro ex Jefes de Estado y varios Primeros Ministros.

La segunda, es la realización anual de sesiones científicas en distintos países junto con altas instituciones académicas de otros Estados, con los que se han firmado acuerdos de colaboración.

En tercer lugar, se están elaborando trabajos de estudio y análisis sobre la situación y evolución de los sistemas económico-financieros de distintas Naciones, con gran repercusión, no sólo en los ámbitos propios de la formalización científica, sino también en la esfera de las relaciones económicas, empresariales e institucionales. En cuarto lugar, su principal, aunque no exclusivo, ámbito de trabajo se ha focalizado en la búsqueda y hallazgo de una vía de investigación nueva en el campo económico desde sus mismas raíces, con objeto de incorporar, numéricamente, el inevitable grado o nivel de subjetividad del pensamiento y decisión de los humanos. Por ello, la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras es conocida mundialmente por cuanto sus componentes forman parte y protagonizan la llamada Escuela de Economía Humanista de Barcelona.

La inmortalidad académica, cobra, así, su más auténtico sentido.

Jaime Gil Aluja Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España

Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras sesiones académicas nacionales: santiago de compostela junta de gobierno

Excmos. Sres.:

JAIME GIL ALUJA (Presidente); ISIDRO FAINÉ CASAS (Vicepresidente); FERNANDO CASADO JUAN (Secretario); MONTSERRAT GUILLÉN ESTANY (Vicesecretaria); JOSÉ MARÍA CORONAS GUINART (Tesorero); ARTURO RODRÍGUEZ CASTELLANOS (Interventor); MARIO AGUER HORTAL (Censor); ANA MARIA GIL-LAFUENTE (Bibliotecaria); CARLES A. GASÒLIBA I BÖHM (Asesor Pte. Sección 1ª); JOSÉ ANTONIO REDONDO LÓPEZ (Asesor Pte. Sección 2ª); VICENTE LIERN CARRIÓN (Asesor Pte. Sección 3ª): JOSÉ MARÍA CORONAS GUINART (Asesor Pte. Sección 4ª).

MS-90/24

RETOS ECONÓMICOS Y SOCIALES EN EL HORIZONTE DE 2030

Solemne Acto Académico conjunto entre la Universidad de Santiago de Compostela y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España

"La Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras organiza cada año un acto académico en una sede distinta de la geografía española. Este año 2024 se optó por la ciudad de Santiago de Compostela para llevar a cabo el encuentro nacional. La universidad de Santiago de Compostela acogió las sesiones los días 5 y 6 del mes de junio 2024.

El evento se realizó bajo la forma de seminario. En él participaron como ponentes Excmos. Académicos de nuestra Real Corporación y Catedráticos de la universidad receptora quienes presentaron sus trabajos.

Las aportaciones científicas al encuentro que lleva por título: "Retos económicos y sociales en el horizonte de 2030" giraron en torno a los procesos de adaptación que será necesario adoptar para que los sistemas económicos sean sostenibles para generar una prosperidad compartida en nuestra sociedad.

La actividad científica y académica de la RACEF siempre sigue adelante adaptándose a las vicisitudes del entorno y fiel al mandato que tiene encomendado. En esta ocasión se ha asumido el reto de trabajar sobre una temática en pleno desarrollo e implementación con consecuencias económicas y sociales que están provocando una profunda reestructuración. Analizar los retos y las oportunidades que este proceso de transformación digital comporta permitirá alcanzar niveles de bienestar sostenible sin precedentes en la historia de la humanidad".







