

CRECIMIENTO ECONÓMICO Y DESARROLLO:

EL PAPEL DE LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN
DESDE LOS INDICADORES ECONÓMICOS



Efraín Elí Esteban Churampi
Jimmy Roshimber Bazan Rivera
Jhon Kenet Aguilar Guizado
Alan Dennis López López
Fernando Alberto Santiago Mantare

ARCO
EDITORES ● ● ●

CRECIMIENTO ECONÓMICO Y DESARROLLO:

EL PAPEL DE LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN
DESDE LOS INDICADORES ECONÓMICOS



Efraín Elí Esteban Churampi
Jimmy Roshimber Bazan Rivera
Jhon Kenet Aguilar Guizado
Alan Dennis López López
Fernando Alberto Santiago Mantare

ARCO
EDITORES ● ● ●

Conselho Editorial

Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva - UNIDAVI
Prof. Dr. Astor João Schönell Júnior - IFFAR
Prof. Dr. Alan Ricardo Costa - UFRR
Prof. Dr. Allan Diêgo Rodrigues Figueiredo - UESPI
Profa. Dra. Andréia Bulaty - UNESPAR
Profa. Dra. Carla da Conceição de Lima - UFVJM
Prof. Dr. Camilo Darsie de Souza - UNISC
Profa. Dra. Clarice Caldeira Leite - UFRGS
Profa. Dra. Cecilia Decarli - UFRGS
Prof. Dr. Carlos Adriano Martins - UNICID
Prof. Dr. Christian Dennys Monteiro de Oliveira - UFCE
Profa. Dra. Dayse Marinho Martins - UFMA
Prof. Dr. Deivid Alex dos Santos - UEL
Prof. Dr. Dioni Paulo Pastorio - UFRGS
Prof. Dr. Douglas Manoel Antonio de Abreu Pestana dos Santos - FASESP
Profa. Dra. Elane da Silva Barbosa - UERN
Profa. Dra. Elen Gomes Pereira - IFBA
Profa. Dra. Francielle Benini Agne Tybusch - UFN
Prof. Dr. Francisco Odécio Sales - IFCE
Prof. Dr. Francisco Ricardo Miranda Pinto - UFCAT
Prof. Dr. Gilvan Charles Cerqueira de Araújo - UCB
Prof. Dr. Ismar Inácio dos Santos Filho - UFAL
Prof. Dr. Leonardo Bigolin Jantsch - UFSM
Profa. Dra. Liziany Müller Medeiros - UFSM
Profa. Dra. Marcela Mary José da Silva - UFRB
Prof. Dr. Mateus Henrique Köhler - UFSM
Prof. Dr. Michel Canuto de Sena - UFMS
Profa. Dra. Mônica Aparecida Bortolotti - UNICENTRO
Prof. Nilton David Vilchez Galarza - UPLA
Prof. Dr. Olavo Barreto de Souza - UEPB
Prof. Dr. Rafael Nogueira Furtado - UFABC
Prof. Dr. Roberto Araújo da Silva Vasques Rabelo - UNISANTOS
Prof. Dr. Rodrigo Toledo - USCS
Prof. Dr. Rodolfo Rodrigues de Souza - UERJ
Prof. Dr. Sidnei Renato Silveira - UFSM
Prof. Dr. Thiago Ribeiro Rafagnin - UFOB
Prof. Dr. Tomás Raúl Gómez Hernández - UCLV

Editor Chefe: Ivania Folmer

Projeto gráfico e Diagramação: Gabriel Eldereti Machado

Imagem capa: www.canva.com

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Crecimiento económico y desarrollo [livro eletrônico] :
el papel de la ciencia, la tecnología y la innovación
desde los indicadores económicos / Efraín Elí
Esteban Churampi... [et al.]. -- Santa Maria, RS :
Arco Editores, 2026.

PDF

Outros autores: Jimmy Roshimber Bazan Rivera,
Jhon Kenet Aguilar Guizado, Alan Dennis López López,
Fernando Alberto Santiago Mantare.

Bibliografia.

ISBN 978-65-5417-635-4

1. Crescimento econômico 2. Desenvolvimento econômico
3. Indicadores econômicos 4. Inovação tecnológica
5. Tecnologia I. Esteban Churampi, Efraín Elí.
II. Bazan Rivera, Jimmy Roshimber. III. Aguilar Guizado,
Jhon Kenet. IV. López López, Alan Dennis. V. Santiago
Mantare, Fernando Alberto. VI. Título.

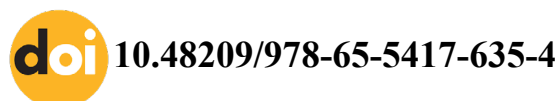
26-329392.0

CDD-338.91

Índices para catálogo sistemático:

1. Desenvolvimento econômico : Organizações : Economia 338.91

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415



*Este livro é o resultado de uma pesquisa científica em atividades de ciência e tecnologia.
O trabalho foi revisado por pares acadêmicos externo antes de ser publicado.*



CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	9
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
INTRODUCCIÓN.....	13
CAPÍTULO I.....	15
NOCIONES FUNDAMENTALES DE LA ECONOMÍA.....	15
1.1. Fundamentos conceptuales de la economía.....	16
1.1.1. Enfoques de la economía.....	17
1.1.2. Tipos de economía.....	18
1.2. Principios de la economía.....	19
1.2.1. Las personas enfrentan disyuntivas.....	20
1.2.2. El costo de algo es aquello a lo que se renuncia para obtenerlo.....	20
1.2.3. Las personas racionales piensan en términos marginales.....	20
1.2.4. Las personas responden a incentivos.....	21
1.2.5. El comercio puede mejorar el bienestar de todos.....	21
1.2.6. Los mercados suelen ser un buen mecanismo para organizar la actividad económica.....	21
1.2.7. El Estado puede mejorar, en ocasiones, los resultados del mercado.....	22
1.2.8. El nivel de vida de un país depende de su capacidad para producir bienes y servicios.....	22
1.2.9. Los precios suben cuando el gobierno imprime demasiado dinero.....	22
1.2.10. La sociedad enfrenta una disyuntiva a corto plazo entre inflación y desempleo.....	23
1.3. Escuelas de la economía.....	23
1.3.1. Escuela clásica.....	24
1.3.2. Escuela socialista científica.....	24
1.3.3. Escuela neoclásica.....	25
1.3.4. Escuela keynesiana.....	25
1.3.5. Escuela institucionalista.....	26

1.4. Ciclo e indicadores de crecimiento en la economía.....	27
1.4.1. Fases del ciclo económico.....	28
1.4.2. Indicadores de crecimiento económico.....	29
1.5. Economía sostenible y desarrollo económico.....	31
1.5.1. Principios de la economía sostenible.....	32
1.5.2. Beneficios de la economía sostenible.....	33
CAPÍTULO II.....	35
ALCANCES GENERALES DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA.....	35
2.1. Aspectos básicos de la ciencia y la tecnología.....	36
2.1.1. Origen de la ciencia y la tecnología.....	37
2.1.2. Evolución de la ciencia y la tecnología.....	38
2.2. Clasificación de la ciencia y la tecnología.....	39
2.2.1. Tipos de ciencias.....	40
2.2.2. Tipos de tecnologías.....	41
2.3. Oportunidades y riesgos de la ciencia y la tecnología.....	43
2.3.1. Principales oportunidades en el desarrollo de la ciencia y la tecnología	44
2.3.2. Principales riesgos en el desarrollo de la ciencia y la tecnología.....	46
2.4. Ciencia y tecnología, y su rol en la sociedad.....	47
2.4.1. Impacto social de la ciencia y la tecnología.....	48
2.4.2. Beneficios de la ciencia y la tecnología para la sociedad.....	49
2.5. Ciencia y tecnología para un desarrollo sostenible.....	51
2.5.1. Contribución de la tecnología a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).....	52
CAPÍTULO III.....	54
CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL DESARROLLO ECONÓMICO.....	54
3.1. Ciencia y tecnología para el desarrollo económico.....	55
3.1.1. Importancia de la ciencia y la tecnología en el desarrollo económico	56
3.1.2. Investigación e innovación tecnológica en la competitividad económica	57
3.2. Herramientas basadas en ciencia y tecnología para el crecimiento económico.....	58
3.2.1. Internet de las cosas (IoT).....	59

3.2.2. Inteligencia artificial (IA).....	59
3.2.3. Blockchain.....	60
3.2.4. Computación en la nube.....	61
3.2.5. Big data.....	62
3.3. Integración y claves de la ciencia y la tecnología en sectores económicos	62
3.3.1. Principales sectores económicos beneficiados por la tecnología.....	63
3.3.2. Claves para impulsar el desarrollo económico mediante la tecnología	65
3.4. Educación, tecnología y desarrollo económico.....	66
3.4.1. Inversión pública y privada en investigación y desarrollo tecnológico	67
3.4.2. Inversión en capital humano y estructura educativa para la innovación	68
3.5. Retos y perspectivas de la ciencia y la tecnología en el desarrollo económico.....	69
3.5.1. Desafíos del desarrollo económico impulsado por la tecnología.....	71
3.5.2. Oportunidades tecnológicas para un desarrollo económico inclusivo	72
CAPÍTULO IV.....	74
INDICADORES ECONÓMICOS ASOCIADOS A LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA.....	74
4.1. Metodología.....	75
4.2. Resultados.....	78
4.3. Discusión.....	87
4.4. Conclusiones.....	88
CAPÍTULO V.....	89
PERSPECTIVAS DEL DESARROLLO ECONÓMICO BASADO EN LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA.....	89
5.1. Proyecciones del desarrollo económico basado en ciencia y tecnología	90
5.1.1. Escenarios económicos impulsados por avances en ciencia y tecnología	91

5.2. Políticas económicas y tecnológicas orientadas a la innovación y la competitividad.....	92
5.2.1. Recomendaciones políticas para aprovechar el potencial de la tecnología.....	93
5.3. Desarrollo económico sostenible mediante ciencia y tecnología.....	95
5.3.1. Impacto de la economía y la ciencia y tecnología en la sostenibilidad	96
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
SOBRE LOS AUTORES.....	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Criterios de selección.....	76
Tabla 2 Ecuaciones de búsqueda.....	77
Tabla 3 Resultados cualitativos del estudio.....	79
Tabla 4 Distribución porcentual de frecuencia del enfoque metodológico de los estudios revisados.....	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Flujograma de búsqueda según metodología PRISMA.....	78
Figura 2 Distribución porcentual y frecuencia estimada según el año de publicación.....	86

RESUMEN

El avance de la ciencia ha dado origen a la nueva revolución global, asociada con la innovación tecnológica que, a su vez, ha incidido en el crecimiento y desarrollo de las naciones. La presente investigación tuvo como objetivo general explorar la producción científica publicada en línea, relacionada con el comportamiento de los principales indicadores económicos asociados a la ciencia y la tecnología, durante el período de 2015 a 2025. En tal sentido, se aplicó una revisión sistemática de la literatura asociada siguiendo los lineamientos generales del método PRISMA (2020) para bases de datos y registros relacionados. Esto condujo al diseño y aplicación de criterios de selección, así como ecuaciones de búsqueda con palabras clave y operadores booleanos en las bases de datos Scopus, ProQuest y SciELO. Los resultados arrojaron un valor inicial de 670 documentos (285 de Scopus, 206 de ProQuest y 179 de SciELO). Se incluyeron 21 documentos en la revisión, de los cuales se obtuvo que el indicador de mayor presencia en el estudio fue el índice de inversión en I+D como porcentaje significativo del producto bruto interno (PBI) per cápita. En conclusión, la producción científica publicada en línea sobre el comportamiento de los principales indicadores económicos asociados con la ciencia y la tecnología, durante el período 2015-2025, tuvo un repunte significativo entre 2020 y 2024. Finalmente, los indicadores de innovación, ciencia y tecnología se aprecian como estimadores determinantes para analizar el comportamiento del crecimiento económico de una nación.

Palabras clave: innovación tecnológica, crecimiento y desarrollo, indicadores económicos, ciencia y tecnología.

ABSTRACT

Advances in science have given rise to a new global revolution associated with technological innovation, which in turn has influenced the growth and development of nations. The overall objective of this research was to explore scientific output published online related to the behavior of the main economic indicators associated with science and technology during the period from 2015 to 2025. To this end, a systematic review of the associated literature was conducted following the general guidelines of the PRISMA (2020) method for related databases and records. This led to the design and application of selection criteria, as well as search equations with keywords and Boolean operators in the Scopus, ProQuest, and SciELO databases. The results yielded an initial value of 670 documents (285 from Scopus, 206 from ProQuest, and 179 from SciELO). Twenty-one documents were included in the review, from which it was found that the indicator with the highest presence in the study was the R&D investment index as a significant percentage of gross domestic product (GDP) per capita. In conclusion, scientific output published online on the performance of key economic indicators associated with science and technology during the period 2015-2025 saw a significant upturn between 2020 and 2024. Finally, innovation, science, and technology indicators are seen as key estimators for analyzing a nation's economic growth performance.

Keywords: technological innovation, growth and development, economic indicators, science and technology.

INTRODUCCIÓN

La economía contemporánea está cada vez más influenciada por la integración de la ciencia y la tecnología, ya que ambas facilitan la innovación, optimizan procesos productivos, fortalecen la competitividad de diversos sectores y promueven el desarrollo de nuevas industrias emergentes. Además, los avances tecnológicos permiten mejorar la eficiencia de los recursos, generar empleo calificado, fomentar un crecimiento económico sostenible y aumentar la productividad general, asegurando que las políticas y estrategias económicas se adapten a los cambios globales y a las demandas de sociedades más dinámicas, inclusivas y resilientes frente a los desafíos actuales.

Asimismo, las proyecciones del desarrollo económico basado en ciencia y tecnología muestran que la innovación, la digitalización de la economía y la adopción de tecnologías emergentes pueden generar escenarios positivos para la productividad y la diversificación de ingresos. Por consiguiente, la planificación estratégica debe considerar inversiones en investigación, educación, infraestructura tecnológica y tecnología digital, así como la creación de marcos regulatorios y mecanismos de colaboración público-privada que permitan traducir los avances científicos en beneficios económicos tangibles y socialmente equitativos para todos los ciudadanos.

De igual manera, la implementación de estrategias económicas orientadas a la innovación fortalece los ecosistemas productivos, promueve la competitividad regional e internacional, impulsa la inversión privada y facilita la adopción de prácticas sostenibles en distintos sectores. Además, el desarrollo tecnológico contribuye a reducir la brecha digital, mejorar la inclusión financiera, potenciar la cooperación internacional y garantizar que los beneficios de la ciencia y la innovación lleguen a diferentes grupos socioeconómicos, favoreciendo la cohesión, la equidad y la estabilidad social.

Finalmente, el análisis del impacto de la economía y la ciencia sobre la sostenibilidad evidencia que los avances tecnológicos, cuando se combinan

con políticas responsables, regulaciones eficaces y cooperación multisectorial, pueden optimizar la eficiencia en el uso de recursos y fortalecer la calidad de vida de la población. En consecuencia, la integración de la ciencia y la tecnología con estrategias económicas inclusivas, sostenibles y socialmente responsables constituye un eje fundamental para promover un crecimiento equilibrado, resiliente y capaz de enfrentar los retos complejos del desarrollo económico global.

CAPÍTULO I

NOCIONES FUNDAMENTALES DE LA ECONOMÍA

La economía es una disciplina fundamental para comprender cómo las sociedades organizan la producción, distribución y consumo de bienes y servicios en contextos de recursos limitados. En ese sentido, el análisis económico permite explicar las decisiones individuales y colectivas que influyen en el bienestar social y en el funcionamiento de los sistemas productivos; además, proporciona herramientas conceptuales para interpretar fenómenos como el crecimiento, la inflación y el empleo. De este modo, la economía se consolida como un campo de estudio clave para entender la dinámica mercantil contemporánea desde una perspectiva integral y aplicada.

Asimismo, el estudio de los fundamentos conceptuales de la economía facilita la comprensión de sus diversos enfoques y tipologías, los cuales responden a contextos históricos, sociales e institucionales específicos. A partir de ello, se identifican principios básicos que explican el comportamiento humano frente a la escasez, las disyuntivas, los incentivos y el intercambio; por consiguiente, dichos principios permiten analizar cómo los mercados y el Estado interactúan para organizar la actividad económica. Así, se fortalece una visión estructurada del funcionamiento económico.

Por otro lado, la evolución del pensamiento económico ha dado lugar a distintas escuelas que han interpretado la realidad económica desde supuestos teóricos diferenciados. En este marco, corrientes como la clásica, neoclásica, keynesiana, socialista e institucionalista han aportado explicaciones relevantes sobre el rol del mercado, el Estado y los agentes económicos; además, han influido en el diseño de políticas públicas y modelos de desarrollo. De esta manera, el análisis comparado de estas escuelas enriquece la comprensión crítica de la economía.

En consecuencia, el crecimiento económico y su medición constituyen aspectos centrales para evaluar el desempeño de las economías en el tiempo.

En ese contexto, el estudio del ciclo económico y de sus principales indicadores permite identificar fases de expansión y contracción; además, se vincula con enfoques actuales que incorporan la sostenibilidad como eje del desarrollo. De esta forma, la economía sostenible surge como una respuesta a los desafíos contemporáneos, integrando eficiencia productiva, equidad social y protección ambiental.

1.1. Fundamentos conceptuales de la economía

Etimológicamente, el término “economía” proviene del griego *oikonomia*, entendido como ‘administración del hogar’, concepto que en el pensamiento griego clásico abarcaba tanto la producción de bienes como las actividades domésticas necesarias para la reproducción de la fuerza de trabajo. Sin embargo, con el desarrollo del pensamiento económico moderno, esta noción se transformó progresivamente, pues pasó a definirse como una ciencia social centrada en la administración de recursos escasos frente a necesidades múltiples. Así, las concepciones alternativas quedaron relegadas a un plano secundario dentro de los manuales tradicionales (Actis, 2023).

En este sentido, la actividad económica se define como el conjunto de acciones orientadas a producir, distribuir y obtener ingresos para satisfacer las necesidades humanas, constituyéndose así en un ámbito específico dentro de la vida social. Además, dicha actividad implica la toma de decisiones previas relacionadas con la selección de necesidades prioritarias, el uso de recursos disponibles y la distribución de los bienes producidos. Por ello, actividades como la agricultura, la industria, el comercio y el intercambio se articulan como expresiones concretas de la economía, todas dirigidas a garantizar la satisfacción de las necesidades humanas (Torres, 2022).

De este modo, es fundamental administrar los recursos de la sociedad porque estos son limitados y no permiten satisfacer todas las necesidades y deseos de la población. En este contexto, la economía estudia cómo hogares y empresas, a través de decisiones descentralizadas, asignan recursos, determinan precios, eligen niveles de consumo, ahorro e inversión, y coordinan sus acciones en los mercados. Asimismo, el análisis económico considera los fenó-

menos agregados que afectan al conjunto de la sociedad, como el crecimiento del ingreso, el desempleo y la inflación, los cuales reflejan el funcionamiento global del sistema económico (Mankiw, 2024).

Por lo tanto, el comportamiento económico se manifiesta en decisiones que implican una evaluación de costos y beneficios ante situaciones de escasez, como ocurre al elegir entre alternativas de consumo, inversión o producción. No obstante, este tipo de razonamiento no se limita exclusivamente a las actividades económicas tradicionales, sino que también se presenta en decisiones sociales y personales que requieren asignar recursos limitados entre distintos fines. En consecuencia, el comportamiento económico se extiende a múltiples ámbitos de la vida social, evidenciando que la lógica de elección está presente en una amplia gama de acciones humanas (Torres, 2022).

1.1.1. Enfoques de la economía

Tal como sostiene David (2023), en el análisis económico se emplean distintos criterios para estudiar la realidad económica, los cuales permiten ordenar el conocimiento y precisar el alcance de las explicaciones que se formulan desde la ciencia económica. En este sentido, dichos criterios orientan la observación de los hechos, el uso de métodos analíticos y la forma en que se interpretan los resultados, facilitando una comprensión sistemática de los fenómenos económicos. Por ello, la literatura especializada distingue dos grandes enfoques que estructuran el estudio económico.

a. Enfoque positivo. Se orienta a describir y explicar los fenómenos económicos tal como ocurren en la realidad, basándose en datos observables, relaciones verificables y análisis empírico, sin emitir juicios de valor sobre lo que debería hacerse. Asimismo, este enfoque permite analizar comportamientos de hogares, empresas y mercados, identificar relaciones de causa y efecto, formular hipótesis contrastables y generar predicciones económicas. De esta forma, contribuye a una comprensión objetiva del funcionamiento del sistema económico y sirve como base para otros enfoques analíticos empleados en el estudio científico de la economía contemporánea a nivel académico.

b. Enfoque normativo. Se centra en evaluar los resultados económicos y proponer recomendaciones sobre lo que debería hacerse, incorporando criterios de valor, principios éticos y objetivos sociales relacionados con el bienestar, la equidad y la justicia. En este sentido, dicho enfoque orienta la formulación de políticas públicas, ya que compara alternativas, prioriza fines colectivos y justifica intervenciones del Estado, apoyándose en supuestos normativos que reflejan visiones particulares sobre cómo debería organizarse la economía y cuáles son los objetivos deseables para la sociedad en contextos históricos y sociales específicos de análisis económico aplicado.

De este modo, la diferenciación de enfoques permite delimitar con mayor claridad el propósito del análisis económico y fortalecer la coherencia metodológica del estudio, debido a que orienta la selección de herramientas, la interpretación de resultados y el ordenamiento del debate académico, además de vincular la explicación de los hechos con criterios de acción pública y privada. Por consiguiente, la articulación equilibrada de ambos enfoques favorece una comprensión integral de la economía y aporta cimientos sólidos para la investigación y la toma de decisiones informadas en contextos académicos y de política económica (David, 2023).

1.1.2. Tipos de economía

Para autores como Mendoza (2025), desde el análisis económico contemporáneo se utilizan criterios de clasificación que permiten organizar el estudio de la realidad económica, lo que facilita la comprensión de los distintos niveles en los que se desarrollan los procesos productivos, distributivos y de toma de decisiones en la sociedad. En este contexto, se distinguen dos tipos de análisis económico que delimitan el alcance del estudio, según la unidad de observación y el grado de agregación de los fenómenos examinados, contribuyendo de este modo a una visión ordenada y coherente del funcionamiento general de la economía.

a. Microeconomía. Se ocupa del estudio del comportamiento de los agentes económicos individuales, como consumidores y empresas, mediante

el análisis de la forma como toman decisiones respecto al consumo, la producción y el uso de recursos escasos en distintos mercados. Asimismo, examina cómo se determinan los precios, las cantidades intercambiadas y la asignación eficiente de recursos mediante la interacción entre oferta y demanda. Por ello, su análisis resulta fundamental para comprender el funcionamiento de mercados específicos y evaluar los efectos de decisiones individuales sobre el bienestar económico general en contextos determinados.

b. Macroeconomía. Se centra en el análisis de la economía en su conjunto, estudiando variables agregadas como el producto, el empleo, la inflación y el crecimiento, con el fin de explicar el desempeño global del sistema económico. Además, identifica desequilibrios macroeconómicos, analiza ciclos económicos y evalúa el impacto de las políticas fiscales y monetarias sobre la estabilidad económica. En consecuencia, aporta herramientas para comprender fenómenos de alcance nacional e internacional, y apoyar la formulación de políticas orientadas al desarrollo y bienestar social sostenido en contextos económicos complejos y cambiantes.

De esta forma, el reconocimiento de los tipos de análisis económico permite orientar de manera precisa el estudio de los fenómenos económicos y reforzar la coherencia del planteamiento teórico adoptado. Además, contribuye a ordenar los conceptos, seleccionar adecuadamente los instrumentos analíticos y facilitar la interpretación de los resultados, mientras que favorece una comprensión articulada de la realidad económica y respalda la producción de conocimiento sólido para la investigación y la toma de decisiones (Mendoza, 2025).

1.2. Principios de la economía

Mankiw (2024) señala que el análisis de los fenómenos económicos requiere lineamientos que permitan comprender cómo se toman decisiones bajo condiciones de escasez y cómo estas se reflejan en resultados sociales amplios. En este marco, los principios económicos cumplen la función de organizar el razonamiento, explicar conductas recurrentes y clarificar la

interacción entre individuos, mercados y políticas públicas, por lo que constituyen una base que facilita el estudio sistemático y progresivo de los principales fundamentos que rigen el funcionamiento de la economía.

A continuación, se describen algunos principios relevantes de la economía.

1.2.1. Las personas enfrentan disyuntivas

La toma de decisiones económicas implica elegir entre alternativas excluyentes, dado que los recursos disponibles son limitados frente a necesidades ilimitadas. En este sentido, las personas deben priorizar entre distintos usos del tiempo, el ingreso o los bienes, lo que supone renunciar a ciertas opciones para acceder a otras. Por ello, el análisis económico parte del reconocimiento de estas elecciones, ya que permite comprender cómo individuos y sociedades asignan recursos escasos y establecen prioridades que influyen directamente en su bienestar y en el funcionamiento del sistema económico.

1.2.2. El costo de algo es aquello a lo que se renuncia para obtenerlo

Toda decisión económica conlleva un costo de oportunidad, entendido como el valor de la mejor alternativa sacrificada al elegir una opción determinada. Asimismo, dicho costo no siempre se expresa en términos monetarios, sino también en tiempo, esfuerzo o beneficios dejados de percibir. Por consiguiente, considerar el costo de oportunidad permite evaluar con mayor precisión las decisiones económicas, ya que ayuda a comparar alternativas reales y a comprender las consecuencias implícitas de cada elección en contextos individuales y colectivos.

1.2.3. Las personas racionales piensan en términos marginales

Desde la perspectiva económica, la racionalidad involucra evaluar los beneficios y costos adicionales derivados de pequeñas variaciones en una decisión, en lugar de analizar solo los totales. En este marco, las personas comparan el beneficio marginal con el costo marginal para determinar si una

acción adicional resulta conveniente. Por ello, este principio explica decisiones cotidianas y empresariales, ya que permite comprender cómo se ajustan comportamientos ante cambios graduales, contribuyendo a un análisis más preciso del proceso de elección económica.

1.2.4. Las personas responden a incentivos

El comportamiento económico se ve influenciado por los incentivos, entendidos como factores que motivan a actuar de determinada manera, ya sea mediante recompensas o sanciones. En consecuencia, cambios en precios, impuestos, subsidios o normas modifican las decisiones de consumo, producción o trabajo. Por ello, el análisis de incentivos resulta fundamental para anticipar reacciones individuales y colectivas, así como para diseñar políticas económicas que orienten conductas hacia determinados objetivos sociales o económicos deseados.

1.2.5. El comercio puede mejorar el bienestar de todos

El intercambio permite que personas, regiones o países se especialicen en aquello que producen con mayor eficiencia y obtengan beneficios mutuos. Asimismo, el comercio permite ampliar las opciones disponibles para los consumidores y reduce costos mediante la especialización y la competencia. Por ello, este principio explica cómo la cooperación voluntaria genera ganancias compartidas, sostenibles y socialmente relevantes, superando la idea de que el beneficio de uno implica necesariamente la pérdida de otro dentro del sistema económico.

1.2.6. Los mercados suelen ser un buen mecanismo para organizar la actividad económica

Los mercados coordinan las decisiones de compradores y vendedores a través del sistema de precios, sin necesidad de una autoridad central. En este sentido, los precios transmiten información sobre escasez y preferencias, guiando la asignación de recursos de manera eficiente. Por consiguiente,

te, cuando funcionan adecuadamente, los mercados facilitan la producción y distribución de bienes y servicios, promoviendo resultados que benefician al conjunto de la sociedad en condiciones de competencia y favorecen el equilibrio económico de largo plazo.

1.2.7. El Estado puede mejorar, en ocasiones, los resultados del mercado

Aunque los mercados suelen ser eficientes, existen situaciones en las que fallan, por ejemplo, en presencia de externalidades, bienes públicos o poder de mercado. En estos casos, la intervención estatal puede corregir distorsiones y promover resultados socialmente deseables. Por ello, el papel del Estado se justifica cuando busca mejorar la eficiencia o la equidad, mediante regulaciones, políticas fiscales o provisión de bienes, siempre que exista evaluación técnica y control institucional, sin sustituir completamente el funcionamiento del mercado.

1.2.8. El nivel de vida de un país depende de su capacidad para producir bienes y servicios

El bienestar económico de una sociedad está estrechamente vinculado a su productividad, entendida como la cantidad de bienes y servicios que puede generar con sus recursos. Asimismo, una mayor productividad permite ingresos más altos y mejores condiciones de vida para la población. Por tal motivo, la educación, la tecnología y la inversión en capital resultan factores clave, ya que fortalecen la capacidad productiva y sostienen el crecimiento económico a largo plazo con impactos positivos en la equidad social y la competitividad internacional.

1.2.9. Los precios suben cuando el gobierno imprime demasiado dinero

Este principio explica la relación existente entre la cantidad de dinero en circulación y el nivel general de precios en la economía. En términos generales, cuando la oferta monetaria aumenta de manera sostenida, sin respaldo en el crecimiento de la producción, el poder adquisitivo del dinero se reduce

progresivamente. Por consiguiente, la emisión excesiva de dinero provoca presiones inflacionarias que deterioran el ahorro y distorsionan las decisiones de consumo e inversión, afectando la confianza, la estabilidad macroeconómica y el equilibrio de los mercados.

1.2.10. La sociedad enfrenta una disyuntiva a corto plazo entre inflación y desempleo

En el corto plazo, las políticas económicas suelen enfrentar un conflicto entre reducir la inflación y disminuir el desempleo, ya que mejorar uno puede empeorar el otro. En este contexto, las autoridades tienen la tarea de elegir entre alternativas con efectos distintos sobre la economía. Por ello, este principio permite comprender los dilemas de la política macroeconómica, pues destaca la complejidad de equilibrar estabilidad de precios y niveles adecuados de empleo en escenarios de incertidumbre, ciclos económicos y restricciones institucionales existentes.

Todos estos principios permiten articular una visión coherente del comportamiento humano y del funcionamiento general de la economía, ya que integran decisiones individuales, interacciones colectivas y resultados agregados bajo criterios analíticos claros. Asimismo, su consideración conjunta favorece un entendimiento estructurado de los problemas económicos, orienta el análisis académico y contribuye a interpretar políticas, mercados y contextos cambiantes, fortaleciendo la capacidad explicativa de la economía como disciplina social aplicada a realidades complejas en distintos niveles de análisis contemporáneos (Mankiw, 2024).

1.3. Escuelas de la economía

A lo largo del desarrollo del pensamiento económico, diversas corrientes han buscado interpretar la dinámica de la producción, distribución e intercambio desde supuestos teóricos y contextos históricos (Actis, 2023; Hartley-Ballester, 2021). La sistematización de estas corrientes permite realizar un análisis comparado que explica el funcionamiento del sistema económico desde perspectivas estructurales, individuales, sociales e institucionales. Así,

distintas escuelas económicas han marcado el debate teórico, influyendo en la comprensión de los fenómenos económicos, en la formulación de políticas públicas y en el análisis crítico del desarrollo histórico y social.

1.3.1. Escuela clásica

Survió a fines del siglo XVIII con la publicación de *La riqueza de las naciones* de Adam Smith en 1776, y posteriormente se consolidó con los aportes de David Ricardo y John Stuart Mill. Su objetivo fue descubrir leyes económicas a partir del análisis de la producción, la distribución y la acumulación de la riqueza en sociedades capitalistas. Asimismo, se centró en una estructura social compuesta por trabajadores, capitalistas y terratenientes, defendiendo la no intervención estatal bajo el principio del *laissez-faire*, el cual considera que el mercado se autorregula mediante leyes económicas naturales.

En el plano teórico, la economía clásica desarrolló un modelo basado en la centralidad del trabajo como fuente de valor y en la determinación de precios a partir de los costos de producción. En este marco, la teoría del valor-trabajo y el concepto de la “mano invisible” explican cómo los intereses individuales pueden generar beneficios colectivos. Por consiguiente, el modelo clásico concibe el crecimiento económico como resultado de la acumulación de capital y la división del trabajo, estableciendo una visión estructural del sistema económico orientada a la producción y la oferta (Actis, 2023; Hartley-Ballester, 2021).

1.3.2. Escuela socialista científica

Se desarrolló en el siglo XIX a partir de la obra de Karl Marx, quien formuló una crítica integral al sistema capitalista desde una perspectiva histórica y materialista. Su objetivo fue analizar las relaciones sociales de producción y explicar los conflictos derivados de la propiedad privada y la distribución desigual de la riqueza. Asimismo, integró elementos filosóficos, económicos y sociales, al sostener que la economía debía comprenderse como un proceso histórico marcado por la lucha de clases y por contradicciones estructurales del capitalismo (Actis, 2023; Hartley-Ballester, 2021).

Desde el punto de vista teórico, el marxismo elaboró el modelo de acumulación capitalista basado en la teoría del valor-trabajo y el concepto de plusvalía. En este escenario, el sistema económico se explica a partir de la explotación del trabajo asalariado y de la apropiación del excedente por parte del capitalista. Por consiguiente, el modelo marxista sostiene que la dinámica del capital conduce a crisis recurrentes y a la caída tendencial de la tasa de ganancia, sentando las bases teóricas para la transformación revolucionaria del sistema económico (Actis, 2023; Hartley-Ballester, 2021).

1.3.3. Escuela neoclásica

Surgió a partir de 1870 como respuesta a las limitaciones del enfoque clásico, incorporando un análisis centrado en los individuos y sus decisiones racionales. Entre sus principales exponentes se encuentra Alfred Marshall, quien buscó dotar a la economía de mayor rigor científico por medio de supuestos formales y diversas herramientas matemáticas. Adicionalmente, esta corriente desplazó el énfasis desde la producción hacia el consumo, priorizando el estudio del comportamiento del consumidor y del productor en mercados competitivos.

En términos teóricos, la escuela neoclásica desarrolló el modelo de equilibrio del mercado basado en la interacción entre oferta y demanda. En este marco, la teoría marginalista explica los precios a partir de la utilidad marginal y del costo marginal, lo que supone la existencia de agentes racionales con preferencias ordenadas. Por tal motivo, el modelo neoclásico concibe al mercado como un mecanismo eficiente de asignación de recursos, aunque su elevado nivel de abstracción limita significativamente la comprensión de fenómenos sociales y estructurales complejos (Actis, 2023; Hartley-Ballester, 2021).

1.3.4. Escuela keynesiana

Se originó en 1936 con la publicación de *Teoría general del empleo, el interés y el dinero* de John Maynard Keynes, en un contexto marcado por la Gran Depresión. En este sentido, su objetivo radicó en explicar el desempleo

persistente y las crisis económicas cuestionando la idea de autorregulación automática del mercado. De forma adicional, Keynes sostuvo que la economía puede quedar atrapada en equilibrios de bajo empleo, lo que justifica la intervención del Estado mediante políticas fiscales activas orientadas a estimular la demanda agregada y estabilizar el crecimiento económico sostenible a largo plazo nacional.

Desde el punto de vista teórico, el keynesianismo desarrolló un modelo macroeconómico centrado en el gasto agregado, el consumo, la inversión y la preferencia por la liquidez. En este enfoque, la demanda efectiva determina el nivel de producción y empleo en el corto plazo. Por consiguiente, el modelo keynesiano introduce funciones macroeconómicas y explica las fluctuaciones económicas como resultado de variaciones en la inversión y el gasto público, consolidando así una visión agregada del funcionamiento del sistema económico en contextos históricos específicos con implicancias empíricas y analíticas contemporáneas, relevantes y actuales (Actis, 2023; Hartley-Ballester, 2021).

1.3.5. Escuela institucionalista

Se desarrolló a finales del siglo XIX con autores como Thorstein Veblen, John R. Commons y Wesley C. Mitchell, quienes propusieron un enfoque evolutivo de la economía. Su objetivo fue analizar los procesos económicos incorporando factores sociales, culturales, jurídicos y políticos que influyen en el comportamiento humano. Asimismo, esta corriente criticó los supuestos abstractos del enfoque neoclásico, al considerar que las instituciones condicionan las decisiones económicas y configuran la dinámica real de los sistemas económicos ampliando la comprensión interdisciplinaria de procesos económicos complejos y dinámicos sociales históricos.

Dentro del punto de vista teórico, el institucionalismo construyó un modelo basado en el análisis de las instituciones como reglas, normas y estructuras que organizan la actividad económica. En este sentido, fenómenos como los salarios, el empleo o la distribución no se explican solo por el mercado, sino por relaciones de poder y negociación social. Por ello, el mode-

lo institucionalista ofrece una interpretación más contextual y realista de la economía, integrando valores, tradiciones y estructuras organizativas en el análisis económico que influyen decisivamente en resultados económicos observables y en políticas públicas concretas.

El estudio de estas escuelas permite comprender cómo los enfoques teóricos han evolucionado para explicar la complejidad del comportamiento humano y de los sistemas productivos. En este sentido, cada corriente aporta herramientas conceptuales y metodológicas que enriquecen la interpretación de la producción, distribución y consumo, así como el diseño de políticas públicas. Además, ofrecen marcos analíticos que facilitan la evaluación crítica de fenómenos económicos históricos y contemporáneos (Actis, 2023; Hartley-Ballester, 2021).

1.4. Ciclo e indicadores de crecimiento en la economía

El análisis del ciclo económico ha permitido comprender cómo la actividad productiva fluctúa entre diferentes fases, influyendo en las posibilidades de crecimiento sostenible. Esta dinámica revela que el comportamiento económico no es lineal, sino que responde a variaciones recurrentes en la demanda, inversión y confianza empresarial, lo que condiciona el desempeño agregado. Por ello, estudiar estas oscilaciones resulta esencial para interpretar el origen de los cambios en el crecimiento y anticipar efectos sobre el empleo, la producción y el consumo general (Murillo *et al.*, 2024).

En este sentido, la separación estricta entre el análisis cíclico y el estudio del crecimiento resulta limitada, pues las fluctuaciones de corto plazo inciden en la trayectoria de largo plazo, y viceversa. Además, los modelos contemporáneos destacan que los períodos de expansión prolongada fortalecen la base productiva, mientras que las recesiones frecuentes debilitan las capacidades estructurales necesarias para sostener el crecimiento. Por tal motivo, la interrelación entre ambas dimensiones exige considerar simultáneamente movimientos cíclicos y factores determinantes del desarrollo, ya que dicha interacción influye en la proyección de la actividad futura (Zagler, 2017).

Además, identificar los puntos de inflexión del ciclo económico permite anticipar variaciones en los indicadores de crecimiento y evaluar la solidez del comportamiento productivo nacional en distintos momentos. De este modo, el seguimiento del PBI, la tasa de desempleo, el consumo interno y la formación de capital ayudan a determinar si la economía transita hacia la expansión o la recesión, especialmente cuando persisten condiciones externas volátiles que repercuten en la estabilidad interna. En tal sentido, vincular estas señales con fases cíclicas favorece el uso de estrategias que atenúen impactos negativos y potencien oportunidades (Gehring y Mayer, 2021).

En consecuencia, la relación entre el ciclo económico y los indicadores de crecimiento evidencia que ambos enfoques se complementan, ya que las fluctuaciones cíclicas condicionan el rendimiento de las métricas centrales y estas, a su vez, ayudan a leer la fase actual. Comprender dicha interacción mejora la capacidad de diseñar políticas públicas orientadas a estabilizar la actividad y sostener el desarrollo a largo plazo. Así, observar simultáneamente los movimientos cíclicos y los indicadores cuantitativos fortalece la planificación económica y ofrece herramientas para gestionar riesgos ante cambios repentinos (Gehring y Mayer, 2021; Murillo *et al.*, 2024).

1.4.1. Fases del ciclo económico

Como señala Munich Business School [MBS] (2024), comprender cómo fluctúa la actividad económica a lo largo del tiempo permite interpretar cambios en la producción, el empleo y la demanda, ofreciendo una base sólida para analizar cómo las decisiones públicas y privadas influyen en la estabilidad y el crecimiento. En este sentido, reconocer el tránsito que se realiza entre fases facilita anticipar efectos estructurales y ajustar estrategias que respondan de manera coherente a cada variación del ciclo económico. A continuación, se explican las fases de la actividad económica:

a. Expansión. Describe un periodo de crecimiento constante en producción y empleo que disminuye el desempleo y fortalece la inversión gracias al aumento de la confianza generalizada entre consumidores y empresas.

Asimismo, este escenario favorece la innovación y una mayor competitividad porque el gasto sostenido impulsa cambios estructurales que preparan el paso hacia fases posteriores del ciclo.

b. Auge. Constituye el punto más alto del ciclo, donde la economía opera casi al límite con baja desocupación, alta demanda y riesgos inflacionarios que llevan a incrementar tasas para moderar excesos. Además, la intensidad productiva y el uso máximo de recursos anticipan una ralentización natural, ya que las presiones acumuladas comienzan a afectar costos y expectativas.

c. Recesión. Surge cuando disminuyen la producción y el empleo, lo que reduce el consumo y debilita la confianza, provocando menor inversión y mayores cierres empresariales. De igual manera, la incertidumbre acelera la caída de la actividad económica y sostiene la contracción hasta que ciertas intervenciones o ajustes reorientan expectativas hacia una recuperación gradual.

d. Depresión. Representa el nivel más bajo del ciclo, con producción muy reducida, empleo limitado y consumo restringido que debilitan la actividad económica de forma profunda y prolongada. Sin embargo, la caída en precios y tasas incentiva lentamente decisiones de gasto e inversión, generando las condiciones iniciales para que la economía recupere impulso.

De este modo, comprender la secuencia de tales fases permite identificar patrones que orientan políticas y estrategias empresariales, anticipando posibles riesgos y oportunidades, cuya planificación se vuelve más efectiva y coherente. Además, reconocer cómo interactúan factores como inversión, empleo y consumo facilita la adaptación a cambios estructurales, fortaleciendo la resiliencia económica y promoviendo decisiones que favorecen la estabilidad y el crecimiento sostenido (MBS, 2024).

1.4.2. Indicadores de crecimiento económico

Para la Universidad Internacional de la Rioja [UNIR] (2025), el análisis de indicadores económicos permite comprender el desempeño de una economía y anticipar tendencias futuras que influyen en decisiones públicas y privadas. En tal sentido, al relacionar variables como producción, precios y empleo,

se facilita la formulación de estrategias que promuevan estabilidad, competitividad y crecimiento sostenible.

Los principales indicadores del crecimiento económico son los siguientes:

a. Producto interno bruto (PIB). Permite evaluar la evolución de la economía al reflejar la suma de bienes y servicios producidos en un periodo determinado. Por ello, sirve para comparar el desempeño económico entre años o regiones y orientar políticas públicas que fomenten crecimiento sostenible y desarrollo equilibrado.

b. Inflación. Señala la variación general de los precios y la pérdida de poder adquisitivo de la moneda, afectando directamente el consumo y el ahorro. Así, su seguimiento constante facilita diseñar medidas monetarias que estabilicen la economía y protejan la capacidad de compra de los hogares y empresas.

c. Tasa de desempleo. Refleja la proporción de la población activa que busca empleo sin conseguirlo, lo que indica la salud del mercado laboral. En consecuencia, su análisis permite evaluar la eficacia de políticas de empleo y ajustar programas de formación y estímulo económico para reducir la desocupación.

d. Balanza comercial. Evidencia el equilibrio entre exportaciones e importaciones, mostrando la competitividad internacional de un país. Así, su monitoreo permite diseñar estrategias para fortalecer sectores productivos, elevar ingresos externos y mantener la estabilidad económica frente a variaciones de la demanda global.

e. Balanza de interés. Influye en el costo del crédito y la rentabilidad del ahorro, afectando decisiones de inversión y consumo. Por ello, su control constituye un instrumento clave para regular la actividad económica, estimular la inversión privada y moderar presiones inflacionarias que puedan desestabilizar el mercado.

De esta forma, la interpretación de los indicadores económicos permite anticipar riesgos y oportunidades, fortaleciendo la capacidad de respuesta

ante fluctuaciones del mercado. Como resultado, la integración de información sobre producción, empleo y precios facilita la toma de decisiones estratégicas que promuevan estabilidad financiera y fomenten un desarrollo sostenido y equilibrado (UNIR, 2025).

1.5. Economía sostenible y desarrollo económico

La noción de desarrollo ha transitado desde un énfasis económico hacia una comprensión integral que prioriza lo social y ambiental; sin embargo, dicho tránsito exige una base financiera estable y de largo plazo como condición habilitante. Asimismo, las sociedades demandan igualdad, educación, gobiernos y un planeta limpio, por lo que la sostenibilidad sintetiza estas aspiraciones y orienta la acción pública y privada. En este contexto, la inversión sostenible emerge como requisito de viabilidad futura y no como sacrificio de rentabilidad, con el sector asegurador como actor clave en la canalización de capital responsable (Del Pozo, 2025).

El desarrollo sostenible se configura como un equilibrio complejo entre medioambiente, economía y sociedad, integrando políticas ambientales con estrategias de desarrollo para responder a necesidades presentes y futuras, orientando las decisiones públicas hacia la armonización del crecimiento económico, el bienestar social y la protección del entorno. Además, los hitos internacionales, desde la Comisión Brundtland hasta Río 1992 y Johannesburgo 2002, reforzaron el financiamiento, la reducción de la pobreza y los patrones de consumo y producción sostenibles, impulsando la agenda global hacia una visión integrada del progreso (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [Cepal], 2024).

Por otro lado, el progreso irregular hacia las metas de sostenibilidad evidencia limitaciones estructurales, como la insuficiencia de recursos públicos para financiar transformaciones de gran escala, cuya movilización de capital privado resulta decisiva para generar impactos sociales y ambientales positivos. En consecuencia, iniciativas como la inversión responsable alinean intereses económicos con objetivos colectivos, fortalecidas por mayor concienciación

y marcos normativos en expansión. De este modo, se consolida la idea de que invertir con criterios sostenibles asegura solvencia, resiliencia y valor a largo plazo para inversores e instituciones (Del Pozo, 2025).

Así, la integración del desarrollo sostenible como concepto orientador se profundizó con Río+20 y el establecimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), al vincular sostenibilidad, erradicación de la pobreza y oportunidades de crecimiento mediante la economía verde. En América Latina y el Caribe, esta aproximación exige cambios estructurales y pactos sociales centrados en la igualdad y la sostenibilidad ambiental, por lo que resulta necesario impulsar una transformación del desarrollo que integre crecimiento productivo, inclusión social y resguardo ambiental (Cepal, 2024).

1.5.1. Principios de la economía sostenible

De acuerdo a Universitat Carlemany (2025), en el marco del desarrollo contemporáneo, la economía sostenible se apoya en un conjunto de principios que orientan la toma de decisiones hacia un equilibrio entre crecimiento, bienestar social y cuidado ambiental. En ese sentido, dichos principios guían la acción pública y privada, y permiten articular eficiencia productiva, equidad social y preservación del entorno natural, favoreciendo un desarrollo responsable y sostenible en el tiempo.

Los principios de la economía sostenible se enlistan a continuación:

- a. Uso eficiente de los recursos naturales.** Orienta la gestión económica hacia la optimización del uso del agua, la tierra y la energía, con el fin de evitar su agotamiento y asegurar su disponibilidad futura, buscando compatibilizar la actividad productiva con la regeneración de los ecosistemas. Así, su aplicación es indispensable para sostener los demás objetivos vinculados al desarrollo sostenible a largo plazo.
- b. Equidad social y justicia intergeneracional.** Promueve que las personas con menores recursos puedan desarrollarse en condiciones dignas, reduciendo brechas sociales y garantizando oportunidades equitativas, protegiendo también el derecho de las generaciones futuras a integrarse al

progreso. Así, la sostenibilidad se concibe no solo como acceso a recursos, sino como compromiso ético con el porvenir colectivo.

c. Protección del medioambiente. Busca minimizar los impactos negativos de las actividades económicas sobre los ecosistemas, priorizando la conservación de bosques, cuerpos de agua y espacios naturales, e impulsando prácticas productivas responsables y la creación de áreas protegidas. Así, fortalece la preservación de la biodiversidad como base del equilibrio ecológico y del bienestar humano.

d. Enfoque económico a largo plazo. Orienta las decisiones empresariales y públicas hacia la estabilidad, la planificación estratégica y la rentabilidad sostenida en el tiempo, priorizando inversiones responsables y políticas coherentes con el desarrollo futuro. De esta manera, promueve un crecimiento económico capaz de generar beneficios duraderos, confianza institucional y continuidad productiva para la sociedad en su conjunto.

La aplicación coherente de estos principios permite consolidar modelos económicos más resilientes frente a los desafíos sociales y ambientales actuales. En consecuencia, se refuerza una visión integral del desarrollo, que prioriza decisiones responsables y sostenidas en el tiempo; además, se promueve una relación más equilibrada entre actividad económica, sociedad y naturaleza, fortaleciendo la viabilidad futura del progreso (Universitat Carlemany, 2025).

1.5.2. Beneficios de la economía sostenible

La Universitat Carlemany (2025) señala que la economía sostenible genera una serie de beneficios que trascienden el ámbito ambiental y se proyectan sobre la sociedad y el sistema productivo. En este contexto, sus efectos positivos se evidencian en prácticas más responsables, innovadoras y orientadas al largo plazo, y contribuyen a fortalecer la calidad de vida, la competitividad y la confianza en modelos económicos correctamente alineados con el desarrollo sostenible. Algunos beneficios de la economía sostenible son:

a. Reducción del impacto ambiental. Se evidencia en la disminución del consumo energético y de recursos naturales, lo que favorece la adopción

de modelos de economía circular mediante buenas prácticas productivas y nuevas tecnologías. Así, se optimizan procesos, se minimizan residuos y se reduce la presión sobre los ecosistemas, promoviendo una relación más equilibrada entre actividad económica y entorno natural sostenible.

b. Mejora del bienestar social. Se refleja en una mejor calidad de vida, debido a que un entorno más limpio y una visión de desarrollo pausado generan espacios más habitables. Adicionalmente, al preservar los recursos naturales, se garantiza el acceso futuro a servicios básicos y sociales de mayor calidad, fortaleciendo de este modo el bienestar colectivo de manera sostenida.

c. Estímulo a la innovación tecnológica. Se manifiesta en el impulso a empresas e instituciones para innovar y alcanzar metas sostenibles, superando esquemas tradicionales de gestión. En este marco, los ODS y la Agenda 2030 han favorecido el desarrollo y la adopción de tecnologías que fortalecen la eficiencia, la competitividad y el cumplimiento de compromisos ambientales y sociales.

d. Atracción de inversión responsable. Se expresa en la llegada de capital alineado con criterios éticos y sostenibles, lo que fortalece la confianza en los proyectos. En consecuencia, se establecen estándares claros tanto para aceptar financiamiento como para ejecutar iniciativas empresariales responsables, coherentes con objetivos sociales, ambientales y económicos de largo plazo.

En suma, la economía sostenible se ha consolidado como una alternativa capaz de generar valor integral en el tiempo, al articular responsabilidad ambiental, progreso social y dinamismo económico. Como resultado, sus beneficios fortalecen la resiliencia de los sistemas productivos y la confianza de los actores involucrados, impulsando decisiones estratégicas orientadas a un desarrollo equilibrado, competitivo y coherente con las exigencias del contexto global contemporáneo (Universitat Carlemany, 2025).

CAPÍTULO II

ALCANCES GENERALES DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

La ciencia y la tecnología constituyen pilares fundamentales para comprender la transformación del conocimiento humano, por lo que su análisis permite explicar cómo las sociedades han interpretado, intervenido y modificado su entorno natural y social a lo largo del tiempo. En ese sentido, resulta relevante abordar sus aspectos básicos, su origen y su evolución, considerando enfoques históricos, epistemológicos y funcionales que explican su desarrollo progresivo. Esta aproximación facilita reconocer su papel como motores del cambio social, económico y cultural en contextos locales y globales.

Desde una perspectiva analítica, la clasificación de la ciencia y de la tecnología permite ordenar el conocimiento y comprender sus distintas manifestaciones, ya que identifica tipos, características y finalidades específicas según campos de aplicación. De este modo, diferenciar ambos campos contribuye a precisar sus alcances, métodos y límites, favoreciendo una comprensión estructurada y sistemática. En consecuencia, este enfoque posibilita evaluar su aporte al desarrollo humano y su influencia en los procesos productivos, educativos y científicos de la sociedad actual.

En relación con su desarrollo, la ciencia y la tecnología generan oportunidades significativas para el progreso, aunque también implican riesgos que deben ser analizados de manera crítica y responsable. Por un lado, impulsan innovación, bienestar y competitividad, mientras que, por otro, pueden profundizar desigualdades o generar impactos éticos y ambientales adversos. Por ello, examinar sus oportunidades y riesgos permite una visión equilibrada que oriente decisiones informadas y promueva un uso consciente y regulado del conocimiento científico y tecnológico.

Por último, la interacción entre ciencia, tecnología y sociedad evidencia su influencia directa en la vida cotidiana y en los procesos de desarrollo sos-

tenible. En este contexto, su rol social se vincula con la mejora de la calidad de vida, la solución de problemáticas globales y el fortalecimiento de políticas orientadas al bienestar colectivo. Así, el análisis de su contribución al desarrollo sostenible, especialmente en relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, permite comprender su potencial transformador y su responsabilidad social a largo plazo.

2.1. Aspectos básicos de la ciencia y la tecnología

La ciencia y la tecnología constituyen pilares fundamentales del desarrollo humano, ya que intervienen de manera constante en la vida cotidiana y en el entorno, cuya presencia es tan decisiva que influye en la forma en que la sociedad enfrenta problemas y genera soluciones. Por tal motivo, comprender su alcance permite ampliar la visión sobre los procesos que impulsan el desarrollo y la innovación, mientras se reconoce la importancia de la educación y el conocimiento aplicado para construir un futuro sostenible, ético y eficiente (UTECH, 2023).

En este sentido, la ciencia se centra en la adquisición y sistematización del conocimiento sobre el mundo circundante, estructurándose en componentes humano (científicos y equipos de trabajo), social (relaciones entre individuos y colectivos), cognitivo (comunicación de resultados mediante medios formales e informales) y material (instrumentos, equipos e instalaciones), mientras que las leyes científicas reflejan regularidades que permiten transformar la realidad. Así, la ciencia ofrece comprensión y control de los fenómenos naturales y sociales, generando un impacto profundo en la sociedad y fortaleciendo el progreso colectivo (Juanes *et al.*, 2021).

Por su parte, la tecnología se orienta a la transformación del mundo mediante la creación de productos, servicios y procesos que satisfacen necesidades humanas concretas, cuyo desarrollo sigue un ciclo que incluye identificación de necesidades, diseño, producción, evaluación y perfeccionamiento, asegurando que las soluciones sean efectivas y sostenibles. A diferencia de la ciencia, la tecnología surge de necesidades prácticas inmediatas y aplica el conocimiento para generar herramientas útiles, por lo que su influencia abarca desde la vida

cotidiana hasta el desarrollo industrial y social, convirtiéndose en un motor de progreso (Buchanan, 2025).

Por consiguiente, la interacción entre ciencia y tecnología potencia el desarrollo humano y social, ya que la primera genera conocimiento y la segunda lo aplica para crear soluciones útiles. Así, ambas disciplinas permiten enfrentar desafíos presentes y futuros, mejorar la calidad de vida y promover decisiones responsables desde lo ambiental, social y económico. Comprender su relevancia fomenta un enfoque ético, creativo y sostenible, donde la educación y el pensamiento crítico se convierten en pilares fundamentales, consolidando a la ciencia y la tecnología como bases estratégicas para el progreso, la innovación y el bienestar de la sociedad (Buchanan, 2025; Juanes *et al.*, 2021).

2.1.1. Origen de la ciencia y la tecnología

La producción de conocimiento y la utilización de técnicas han acompañado a todas las sociedades humanas, pues permiten resolver problemas y organizar la vida colectiva. En este escenario, la ciencia surge como un saber conceptual que busca comprender el mundo, generar explicaciones coherentes y clasificar los fenómenos, cuyo desarrollo se centra en la precisión del lenguaje y en la creación de conceptos cada vez más generales y abstractos. Por su parte, la técnica constituye un saber hacer relacionado con objetos inanimados y artefactos que facilitan actividades directas o sirven como herramientas para fabricar otros objetos más complejos (Mejía, 2019).

En este sentido, la técnica se manifiesta en la creación y uso de artefactos, desde utensilios básicos hasta herramientas que permiten producir nuevos objetos. A medida que aumentan la cantidad y complejidad de los artefactos, surgen principios y procedimientos básicos que se aplican de manera diversa, generando múltiples productos. Así, los descubrimientos técnicos esenciales, como el filo cortante o la palanca, se multiplicaron en diversas aplicaciones combinadas y complejas, y formaron la base de la tecnología, entendida como un conjunto organizado de técnicas que satisfacía las necesidades y el estilo de vida de cada sociedad (Juanes *et al.*, 2021).

En este contexto, el surgimiento de aldeas y ciudades generó un cambio cualitativo en el desarrollo técnico, pues permitió almacenar utensilios, acceder a materiales variados y especializar el trabajo. La ciudad, como sistema complejo, integró numerosos artefactos y relaciones humanas más elaboradas, lo que condujo al surgimiento de la política, el derecho y las nuevas formas de conocimiento. Así, estos elementos facilitaron la organización social y la comprensión de la naturaleza, prefigurando la ciencia y consolidando el lenguaje verbal y la ciudad como inventos fundamentales para construir entornos artificiales y sociedades organizadas (Mejía, 2019).

Como resultado, las primeras grandes ciudades, como Jericó, Roma y otras en Asia y Europa, promovieron el desarrollo de técnicas y conocimientos científicos avanzados, mientras que la división del trabajo distinguió a arquitectos, filósofos, artesanos y técnicos de los esclavos que realizaban tareas físicas. Esta separación inicial impidió la fusión del saber técnico con el científico; sin embargo, la especialización permitió preservar y transmitir conocimientos, consolidando las bases para el desarrollo tecnológico posterior y creando entornos urbanos complejos que integraban artefactos, técnicas y estructuras sociales (Juanes *et al.*, 2021).

2.1.2. Evolución de la ciencia y la tecnología

La caída del Imperio romano y la fusión de culturas europeas permitieron que el conocimiento técnico y científico se aproximara, dando lugar a un impulso decisivo en el desarrollo de la tecnología. Durante la Edad Media surgieron maestros artesanos que aplicaron su inteligencia práctica a la producción de artefactos más complejos, mientras que científicos con espíritu práctico comenzaron a relacionarse con la producción, aportando principios que mejoraron la metalurgia, la construcción de máquinas y el desarrollo de instrumentos de medición, estableciendo de este modo las bases de la Revolución Industrial (Mejía, 2019).

Asimismo, el progreso científico en Europa durante los siglos XVII y XVIII consolidó un modelo sistemático y riguroso que permitió articular las técnicas en la tecnología. En este marco, la ciencia y la tecnología se realimen-

taron mutuamente, alcanzando niveles de elaboración sin precedentes, donde la medición, el uso de instrumentos avanzados y el desarrollo de modelos matemático-experimentales transformaron la investigación en física, química y biología. Esto permitió que la ciencia dejara de basarse únicamente en la autoridad para fundamentarse en la comprobación experimental (Juanes *et al.*, 2021).

Durante los siglos XIX y XX, los saberes científicos y técnicos se diversificaron y especializaron, generando áreas de conocimiento cada vez más concretas y paradigmas generalizantes que articulaban diferentes disciplinas. La tecnociencia surgió como fusión del saber práctico y teórico, integrando la producción tecnológica con la investigación científica; sin embargo, persistió la coexistencia de técnicas locales y saberes tradicionales que debían relacionarse con el conocimiento universal, reflejando la complejidad de la evolución del conocimiento humano (Mejía, 2019).

Por lo tanto, la construcción del conocimiento científico y técnico continuó siendo una labor colectiva, aunque cada vez más especializada, con retos para integrar saberes diversos. La ciencia occidental modeló y predijo procesos complejos del mundo inanimado y los artefactos que construyó, pero la comprensión completa de lo viviente y de la sociedad permaneció limitada. Por ello, la evolución de la ciencia y la tecnología requirió innovación, creatividad, ética, cooperación y educación continua para garantizar que los avances contribuyeran al bienestar humano, social y ambiental, respetando la diversidad cultural y los conocimientos locales (Juanes *et al.*, 2021).

2.2. Clasificación de la ciencia y la tecnología

La ciencia es una actividad humana muy antigua que ha evolucionado a lo largo de la historia. Se caracteriza por observar y experimentar de manera organizada mediante métodos sistemáticos, partiendo de conceptos o principios básicos para generar conocimiento de validez universal (Cabezas *et al.*, 2018). Por su parte, la tecnología se define como un término complejo con múltiples interpretaciones que han dado lugar a diversas clasificaciones según su forma y aplicación (Dávila *et al.*, 2021).

2.2.1. Tipos de ciencias

Como indican Ñaupas *et al.* (2018), la ciencia se clasifica según el objeto de estudio y los métodos empleados, lo que permite diferenciar áreas de conocimiento con enfoques, aplicaciones particulares y objetivos específicos. En este sentido, dicha clasificación facilita comprender cómo los distintos saberes abordan la realidad, interpretan fenómenos complejos y generan conocimiento sistemático, estableciendo relaciones entre teoría, observación y práctica en la investigación científica.

a. Ciencias formales. Se ocupan de estudiar sistemas abstractos y lógicos que no dependen de la observación directa, sino que se fundamentan en la deducción y el razonamiento riguroso. Asimismo, estas ciencias construyen marcos conceptuales universales que permiten desarrollar teorías y modelos coherentes. Ejemplos de este tipo incluyen la matemática, la lógica y la teoría de la computación, que generan conocimiento aplicable en diversas disciplinas.

b. Ciencias factuales. Se encargan de estudiar aquellos fenómenos que pueden observarse y medirse en la realidad, partiendo de la experiencia y la experimentación. Asimismo, se dividen en ciencias naturales, que estudian la naturaleza y el universo físico, tales como la física, la química, la biología y la geología; y ciencias sociales, que analizan al ser humano y su comportamiento en sociedad, tales como la sociología, la economía, la antropología y la psicología.

Esta clasificación permite organizar el conocimiento de manera coherente y sistemática, facilitando la especialización y el avance constante en distintas áreas del saber científico y académico. Además, esta estructura promueve la integración de enfoques teóricos y prácticos, impulsa la investigación interdisciplinaria significativa y contribuye al desarrollo de soluciones innovadoras y sostenibles que responden a los desafíos de la sociedad actual (Ñaupas *et al.*, 2018).

2.2.2. Tipos de tecnologías

Autores como Dávila *et al.* (2021) plantean que el desarrollo tecnológico comprende un conjunto diverso de herramientas, métodos y procedimientos que permiten transformar el entorno y optimizar procesos productivos, industriales y de servicios. En este sentido, su clasificación facilita identificar funciones, niveles de especialización y grados de adaptabilidad de cada tipo de tecnología. Además, esta organización permite comprender cómo se integran recursos humanos, materiales y conceptuales para generar eficiencia, innovación y soluciones efectivas en distintos contextos.

a. Fija. Se caracteriza por su instalación permanente y su baja movilidad, generalmente vinculada a procesos industriales o productivos estables. En este sentido, su principal ventaja radica en la eficiencia, la especialización y la fiabilidad que proporciona al encontrarse diseñada para un propósito concreto. Algunos ejemplos incluyen plantas de energía, sistemas de ensamblaje automotriz, líneas de producción altamente automatizadas y otras instalaciones estratégicas.

b. Flexible. Posee capacidad para adaptarse a diferentes procesos, condiciones de producción y necesidades cambiantes. Permite modificar su funcionamiento, estructura y programación según los requerimientos, optimizando recursos, aumentando productividad y reduciendo costos. Algunos ejemplos incluyen sistemas de manufactura modular, *software* adaptable a distintos escenarios industriales o comerciales y equipos multifuncionales en empresas.

c. Blanda. Se centra en métodos, conocimientos, procedimientos y estrategias relacionados con la gestión, organización y desarrollo humano. No depende directamente de artefactos físicos, sino de planificación, coordinación, capacitación y administración de recursos humanos. Algunos ejemplos incluyen sistemas de gestión empresarial, metodologías de planificación estratégica, programas de formación profesional, administración de proyectos y herramientas de liderazgo organizacional.

d. Dura. Comprende los instrumentos, equipos, dispositivos tangibles y herramientas utilizadas directamente en los procesos productivos o científicos. Su característica principal es la materialidad, durabilidad y función concreta, lo que permite la realización de tareas específicas de manera eficiente y segura. Algunos ejemplos incluyen maquinaria industrial, equipos médicos, herramientas de laboratorio, dispositivos electrónicos y sistemas tecnológicos especializados.

e. De equipo. Se refiere a los dispositivos, máquinas y sistemas integrados que facilitan operaciones complejas en entornos productivos o de servicios. Su función es optimizar procedimientos, mejorar la eficiencia y reducir errores mediante la combinación de elementos mecánicos, eléctricos o electrónicos. Algunos ejemplos incluyen robots industriales, impresoras 3D, sistemas de control automatizado, equipos de comunicación tecnológica y maquinaria interconectada en empresas modernas.

f. De operación. Orientado a los procesos, métodos y procedimientos empleados para producir bienes o prestar servicios. Su objetivo principal consiste en optimizar eficiencia, reducir errores, mejorar calidad y estandarizar procesos en cada etapa. Algunos ejemplos incluyen procedimientos de ensamblaje industrial, técnicas de mantenimiento preventivo, protocolos de laboratorio, sistemas de control de calidad, logística industrial y gestión de procesos operativos.

g. De producto. Se centra en el diseño, desarrollo, mejora y adaptación de bienes destinados al consumo o uso industrial. Su función principal es generar productos innovadores, funcionales, seguros, competitivos y sostenibles mediante la aplicación de conocimientos técnicos avanzados. Algunos ejemplos incluyen el desarrollo de automóviles, electrodomésticos, dispositivos electrónicos, nuevos materiales de construcción, productos químicos y artículos de consumo duradero.

h. Limpia. Orientado a minimizar impactos ambientales, promover la sostenibilidad, reducir residuos y proteger recursos naturales mediante procesos, técnicas y productos ecológicos. Su objetivo es generar innovación ambiental, eficiencia energética y producción responsable. Algunos ejem-

plos incluyen energías renovables como la solar y la eólica, sistemas de tratamiento de aguas, reciclaje industrial, procesos de producción de bajo impacto, tecnologías verdes y gestión ambiental industrial.

De esta forma, la comprensión de los distintos tipos de tecnología permite optimizar la planificación, gestión y aplicación de recursos en múltiples sectores productivos y de servicios. Adicionalmente, favorece la innovación y el desarrollo sostenible, al integrar soluciones adaptables, eficientes y seguras que responden a necesidades cambiantes. En consecuencia, conocer y clasificar la tecnología facilita la toma de decisiones estratégicas, promueve la competitividad y contribuye en gran medida a consolidar un entorno más organizado, responsable y preparado frente a los desafíos actuales y futuros (Dávila *et al.*, 2021).

2.3. Oportunidades y riesgos de la ciencia y la tecnología

Los avances científicos y tecnológicos han contribuido a mejorar la calidad de vida, ya que optimizan procesos productivos, fortalecen servicios y amplían el acceso al conocimiento. La ciencia genera nuevos saberes que la tecnología emplea para alcanzar objetivos específicos y resolver problemas sociales, económicos y culturales de manera eficiente. No obstante, estos beneficios implican riesgos relacionados con desigualdades, dependencia tecnológica y posibles impactos éticos, por lo que su desarrollo requiere un análisis responsable y la toma de decisiones informadas en contextos locales y globales contemporáneos de alta complejidad social (Calderón, 2018).

En este sentido, la diferencia entre ciencia y tecnología radica en sus finalidades, dado que la ciencia busca descubrir y comprender la realidad, mientras la tecnología se orienta a transformarla mediante aplicaciones concretas. Sin embargo, ambas se complementan de forma constante, pues la tecnología avanza apoyándose en hallazgos científicos y la ciencia amplía su alcance gracias a herramientas tecnológicas. Por ello, analizar su relación resulta esencial para identificar oportunidades de innovación y, al mismo tiempo, prevenir los posibles riesgos asociados (UTEC, 2023).

Dentro de este escenario, la Cuarta Revolución Industrial representa un cambio profundo impulsado por la convergencia de tecnologías digitales, físicas y biológicas, lo que genera amplias oportunidades de desarrollo científico, económico y social. Este proceso incluye avances en IA, robótica, neurotecnología e ingeniería genética, capaces de transformar múltiples ámbitos de la vida humana. Sin embargo, dichos progresos implican riesgos éticos y sociales, pues muchas de estas innovaciones resultan poco comprensibles para el ciudadano, lo que demanda información, regulación, educación científica y participación social responsable e informada (Calderón, 2018).

En consecuencia, comprender la ciencia y la tecnología permite reconocer su impacto en la vida humana, ya que la ciencia produce conocimiento mediante observación, análisis y experimentación para explicar fenómenos naturales, físicos y sociales mientras genera bases para el progreso. A partir de estos saberes surgen aplicaciones que facilitan actividades cotidianas y amplían capacidades humanas, por lo que la tecnología traduce el conocimiento en soluciones prácticas. En conjunto, ambos impulsan oportunidades de desarrollo, aunque también exigen reflexión crítica sobre los riesgos derivados de su uso y alcance social (UTEC, 2023).

2.3.1. Principales oportunidades en el desarrollo de la ciencia y la tecnología

De acuerdo con Calderón (2018), el avance científico y tecnológico se presenta como un factor articulador del desarrollo, ya que integra conocimiento, innovación y toma de decisiones públicas y privadas; además, orienta las prioridades colectivas mediante criterios de impacto y responsabilidad social. Desde esta perspectiva, se identifican oportunidades que potencian capacidades humanas, fortalecen estructuras productivas y promueven dinámicas sociales más inclusivas y sostenibles.

a. Mejora de la calidad de vida. La ciencia y la tecnología permiten mejorar la calidad de vida, ya que contribuyen al aumento de la esperanza de vida, al fortalecimiento de la salud y al bienestar general. Asimismo, facilitan soluciones prácticas que optimizan las condiciones de vida en

distintos contextos sociales.

b. Transformación de procesos productivos. Los avances científicos y tecnológicos impulsan la transformación de los procesos productivos, reduciendo la intensidad laboral y aumentando la eficiencia en la producción. Así, se fortalecen las economías y se promueve un desarrollo más dinámico y competitivo.

c. Solución de problemas sociales. El uso del conocimiento científico a través de la tecnología facilita la solución de problemas sociales complejos en áreas como la salud, la educación y la industria. Esto amplía la capacidad humana para responder a desafíos, favoreciendo el progreso y la adaptación a contextos cambiantes.

d. Desarrollo social y cooperación. La ciencia y la tecnología favorecen el desarrollo social y económico al promover la educación, la tolerancia y la cooperación internacional. Además, contribuyen a la construcción de sociedades más pacíficas y sustentables, alineadas con principios de respeto y protección ambiental.

e. Participación y orientación social. La inclusión de la ciudadanía en la orientación de la investigación científica es una oportunidad relevante, ya que permite priorizar temas de interés social. Esto es importante cuando la investigación se financia con recursos públicos, lo que fortalece la legitimidad del conocimiento científico.

En conjunto, el análisis de las oportunidades vinculadas a la ciencia y la tecnología evidencia su carácter estratégico para orientar el desarrollo contemporáneo, puesto que articulan actores, recursos y valores sociales que fortalecen la toma de decisiones responsables. En consecuencia, consolidan un marco propicio para un progreso equilibrado, legítimo y socialmente pertinente, a largo plazo, con visión ética participativa e innovación constante (Calderón, 2018).

2.3.2. Principales riesgos en el desarrollo de la ciencia y la tecnología

Para Calderón (2018), el análisis del desarrollo de la ciencia y la tecnología requiere una aproximación reflexiva que considere sus posibles riesgos, debido a que el avance acelerado del conocimiento genera efectos colaterales en ámbitos sociales, éticos y ambientales. En este escenario, resulta pertinente introducir una reflexión que permita identificar desafíos, establecer límites y asumir responsabilidades orientadas a una gestión consciente y equilibrada del progreso.

Los principales riesgos a enfrentar son los siguientes:

a. Uso antiético del conocimiento. Uno de los principales riesgos de la ciencia y la tecnología es el uso del conocimiento científico en contra de la supervivencia humana. Por ello, cuando los avances se aplican sin criterios éticos, pueden generar amenazas para la vida, la seguridad y la estabilidad social en diversos contextos.

b. Pérdida de la privacidad. El desarrollo tecnológico implica el riesgo de perder la privacidad, debido al uso intensivo de datos personales. Esta situación puede vulnerar derechos fundamentales y generar desconfianza social, afectando la cohesión y la relación entre ciudadanos, instituciones y sistemas tecnológicos.

c. Manipulación genética. La ingeniería genética plantea riesgos éticos, ya que permite la manipulación de códigos genéticos con posibles consecuencias negativas. Estas prácticas pueden generar desigualdades, alterar procesos naturales y producir efectos imprevisibles que comprometan el equilibrio biológico y social.

d. Competencia humano-máquina. El avance de la robótica y la automatización genera el riesgo de una creciente competencia entre el ser humano y la máquina. Esta situación puede provocar desplazamiento laboral, aumento de desigualdades económicas y tensiones sociales si no se gestionan adecuadamente.

e. Impactos imprevistos. La rapidez del desarrollo científico y tecnológico puede generar efectos secundarios imprevistos, debido a que supera

la capacidad de evaluación y control institucional. Esto dificulta anticipar impactos negativos en los ámbitos sociales, ambientales y culturales a corto y largo plazo.

Así, el reconocimiento de estos riesgos invita a tener una mirada crítica y responsable, ya que el progreso científico exige previsión, regulación y compromiso social. Por ello, integrar reflexión ética, participación institucional y educación ciudadana resulta clave; además, la gestión preventiva orienta la innovación hacia el bienestar y la sostenibilidad, evitando que el avance supere la capacidad de decisión colectiva, informada, democrática, responsable y contextualizada (Calderón, 2018).

2.4. Ciencia y tecnología, y su rol en la sociedad

La ciencia y la tecnología han impulsado cambios significativos en la sociedad, facilitando el acceso al conocimiento, la comunicación global y la automatización de procesos productivos, lo que mejora la eficiencia y amplía oportunidades de desarrollo humano. Además, estos avances promueven la innovación y fortalecen la competitividad de individuos y organizaciones, permitiendo que la sociedad aproveche mejor sus recursos y responda a desafíos complejos de manera más rápida, organizada y efectiva, consolidando de esta forma un entorno más dinámico y conectado en múltiples ámbitos de la vida cotidiana (Vallejo, 2019).

En este contexto, el desarrollo de la informática y la digitalización ha transformado la manera en que las personas interactúan y acceden a información, creando una cibernsiedad que potencia la productividad, la educación y la comunicación colaborativa. Este entorno favorece la toma de decisiones basada en datos, impulsa la investigación aplicada y fomenta la participación ciudadana, fortaleciendo la integración social y económica. En tal sentido, la tecnología se convierte en un instrumento clave para estructurar sociedades más equitativas, inclusivas y adaptadas a los cambios globales de la era contemporánea (Soatmurodovich, 2024).

Por otro lado, la convergencia la inteligencia artificial (IA), la robótica y el análisis de datos masivos está redefiniendo los modelos de trabajo, educaci-

ón y organización social, promoviendo mayor eficiencia y creación de nuevas oportunidades económicas y culturales. Estas herramientas permiten a las personas y organizaciones anticipar tendencias, resolver problemas complejos y mejorar la calidad de vida mediante soluciones prácticas y sostenibles. Así, la ciencia y la tecnología constituyen motores fundamentales de transformación social, capaces de fortalecer estructuras organizativas, procesos educativos y dinámicas de cooperación comunitaria (Vallejo, 2019).

Por consiguiente, la ciencia y la tecnología cumplen un rol estratégico en la construcción de sociedades más competitivas, creativas y resilientes, al ofrecer soluciones innovadoras que favorecen la educación, la salud y el bienestar general. Además, impulsan la inclusión social y económica, fomentan la participación activa de los ciudadanos y consolidan entornos de colaboración global, demostrando que el progreso tecnológico no solo transforma el mundo material, sino que potencia las capacidades humanas y mejora la calidad de vida en múltiples niveles (Alemayehu, 2024).

2.4.1. Impacto social de la ciencia y la tecnología

La ciencia y la tecnología han sido herramientas esenciales para que la sociedad transforme su entorno natural, social y económico, impulsando avances en bienestar y calidad de vida; no obstante, estos beneficios no siempre se distribuyen equitativamente debido a factores económicos y estructurales que favorecen a ciertos grupos. Por ello, resulta fundamental considerar el conocimiento como un bien común y analizar críticamente la mercantilización educativa y tecnológica mediante la promoción de debates públicos que impulsen la igualdad y la participación social (Cantú-Martínez, 2019).

Además, el acceso desigual a recursos financieros, técnicos y metodológicos restringe la participación de investigadores en diversas regiones, generando brechas entre países y dentro de estos. Esta situación provoca que algunas investigaciones se orienten hacia prioridades de centros de poder, limitando la innovación local. En este escenario, la implementación tecnológica debe contemplar criterios que permitan la participación equitativa, fomentando la divulgación, aplicación y reconocimiento de avances

científicos, de modo que sus beneficios alcancen a comunidades más amplias y se fortalezca la cooperación social (Martini y Carmina, 2025).

De otra parte, el desarrollo tecnológico genera diversos beneficios, como el aumento de la eficiencia productiva y la mejora de vida, aunque provoca efectos ambientales y sociales que requieren atención. La explotación intensiva de recursos y los hábitos de consumo ejercen presión sobre los ecosistemas, superando su capacidad de recuperación. Frente a ello, el principio de precaución sugiere evaluar los riesgos antes de aplicar nuevas tecnologías, cuya integración de criterios de sustentabilidad permite equilibrar el uso de recursos naturales y manufacturados, asegurando que la innovación contribuya al progreso social sin comprometer la estabilidad ambiental (Cantú-Martínez, 2019).

Como resultado, el avance en ciencia y tecnología constituye un recurso estratégico para el desarrollo económico y social, siempre que se acompañe de políticas inclusivas orientadas al bien común. En este sentido, las aplicaciones tecnológicas deben considerar aspectos productivos, ambientales y sociales, mediante la creación de modelos sostenibles que refuercen la cohesión comunitaria. Así, la ciencia se reconoce como un proceso sociocultural, cuya relevancia trasciende la utilidad inmediata y refleja cómo los seres humanos asignan significado a su entorno, integrando la tecnología como instrumento de transformación responsable y equitativa (Mormina, 2019).

2.4.2. Beneficios de la ciencia y la tecnología para la sociedad

Instituciones como UTEC (2023) resaltan que la articulación entre ciencia y tecnología permite afrontar problemáticas globales mediante respuestas prácticas, integrando conocimiento y herramientas para mejorar condiciones sociales, productivas y ambientales. En tal sentido, dicha convergencia favorece el bienestar humano y el desarrollo sostenible al impulsar transformaciones responsables que fortalecen capacidades colectivas y generan impactos positivos a largo plazo en distintos contextos sociales.

a. Avances en salud. La investigación científica ha permitido desarrollar vacunas, medicamentos y tratamientos que salvan vidas, mientras que la tecnología optimiza diagnósticos y gestión hospitalaria. En ese sentido, su

aplicación conjunta fortalece la prevención y el control epidemiológico, elevando la calidad y expectativa de vida.

b. Sostenibilidad ambiental. El conocimiento científico facilita la comprensión de los ecosistemas, y la tecnología impulsa energías limpias y tratamiento de residuos. De este modo, tales innovaciones promueven un equilibrio entre desarrollo humano y cuidado del entorno, fortaleciendo la conciencia ecológica.

c. Educación accesible y de calidad. Las herramientas digitales y entornos virtuales amplían el acceso al conocimiento, transformando la experiencia educativa y superando barreras geográficas. En este escenario, la ciencia respalda métodos pedagógicos basados en evidencia para lograr aprendizajes más dinámicos.

d. Innovación económica y social. La interacción entre ciencia y tecnología impulsa la optimización de procesos productivos, desde la automatización industrial hasta el desarrollo de *software*. Como resultado, la innovación genera empleo, promueve nuevas industrias y amplía oportunidades económicas y sociales.

e. Seguridad y calidad de vida. El avance científico ha permitido diseñar materiales, infraestructuras y sistemas de alerta que reducen riesgos naturales e industriales. Así, la tecnología facilita el monitoreo y la respuesta ante emergencias, lo cual mejora viviendas, entornos urbanos y condiciones de seguridad.

De este modo, la integración del conocimiento científico y el desarrollo tecnológico se consolida como un eje estratégico para orientar decisiones públicas y privadas con enfoque social y prospectivo. Por tal motivo, su fortalecimiento continuo resulta clave para consolidar sociedades resilientes, inclusivas y preparadas para enfrentar cambios futuros de manera responsable y sostenida en distintos contextos globales, con visión ética, participativa y sostenible integral (UTECH, 2023).

2.5. Ciencia y tecnología para un desarrollo sostenible

En el marco del desarrollo sostenible, la ciencia y la tecnología se consolidan con acuerdos internacionales que impulsan cooperación, transferencia de conocimiento y financiamiento responsable, cuya Agenda 2030 promueve políticas para reducir brechas y proteger ecosistemas. Igualmente, el Acuerdo de París fomenta innovación limpia y sistemas comunes de medición, mientras los marcos de gobernanza fortalecen la ética, el acceso abierto y las capacidades locales. En consecuencia, la articulación multilateral vincula investigación, sector productivo y sociedad civil para generar impactos equitativos y sostenibles a escala regional y global (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco], 2023).

En esa misma línea, los convenios internacionales en ciencia, tecnología e innovación articulan estándares, datos y talento, donde la cooperación sur sur y norte sur acelera soluciones en salud, energía y educación con enfoque sostenible. Asimismo, los programas multilaterales priorizan infraestructura digital y formación de capacidades, mientras se reducen asimetrías mediante financiamiento mixto y compras públicas innovadoras con enfoque territorial. Por tal motivo, la armonización regulatoria y la evaluación del impacto social orientan inversiones responsables y resilientes de largo plazo con alto valor público (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2025).

Además, la gobernanza internacional impulsa la ciencia abierta, la integridad y la participación, cuyas recomendaciones fortalecen el acceso, la reproducibilidad y la colaboración responsable en distintos contextos sociales, científicos y tecnológicos contemporáneos. Del mismo modo, los acuerdos promueven la evaluación ética de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y la biotecnología, mientras se resguardan los derechos humanos y la diversidad cultural. Así, la cooperación científica reduce riesgos y orienta la innovación hacia el bien común mediante políticas coherentes y rendición de cuentas global (Unesco, 2022).

Por lo tanto, el desarrollo sostenible exige financiamiento alineado a la ciencia y la tecnología, por lo que los bancos multilaterales y fondos verdes

impulsan investigación aplicada con impacto medible y fortalecimiento de capacidades locales. Adicionalmente, los acuerdos internacionales promueven indicadores para los ODS, mientras la evidencia guía políticas adaptativas y escalables. En síntesis, la cooperación internacional integra ciencia, innovación y políticas públicas para acelerar transiciones justas con equidad social y sostenibilidad ambiental a largo plazo (World Bank, 2023).

2.5.1. Contribución de la tecnología a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Con base en el Pacto Mundial (2025), la tecnología se posiciona como un habilitador estratégico del desarrollo sostenible, ya que acelera la implementación de los ODS al optimizar procesos, ampliar capacidades y reducir costos, además de impulsar inclusión productiva y acceso descentralizado a servicios clave. En este marco, informes recientes estiman impactos económicos significativos mediante soluciones digitales alineadas a metas globales y cooperación multiactor.

a. Promueve el acceso a la información. Permite ampliar el acceso a información de calidad mediante herramientas digitales, lo que fortalece la toma de decisiones en ámbitos como salud, educación y empleo. Además, contribuye a la transparencia institucional y a la gestión ambiental responsable, impactando de manera transversal en diversos ODS de carácter social y ambiental.

b. Facilita el análisis y recolección de datos. Optimiza el tratamiento de grandes volúmenes de información gracias al uso de tecnologías digitales avanzadas. De esta forma, facilita el monitoreo, la evaluación y la planificación de políticas públicas, especialmente en sectores como la agricultura y la seguridad alimentaria, donde los datos precisos resultan esenciales para la toma de decisiones estratégicas.

c. Favorece la aparición de nuevos modelos de negocio. Impulsa la creación de modelos empresariales innovadores mediante el uso de tecnologías digitales, ya que democratiza el acceso a herramientas productivas, fomenta el emprendimiento social y promueve prácticas económicas sostenibles. Así, contribuye al empleo digno, la reducción de la pobreza y el

desarrollo de comunidades más resilientes.

d. Incrementa la financiación mediante plataformas digitales. Fortalece la movilización de recursos financieros a través de plataformas digitales, ampliando las oportunidades de inversión en proyectos sociales, energéticos e innovadores. De este modo, facilita la implementación de iniciativas alineadas con el desarrollo sostenible y acelera el cumplimiento de los ODS prioritarios.

e. Desarrolla nuevos modelos de realidad. Incorpora entornos virtuales y aumentados como herramientas educativas y formativas, de modo que mejora la capacitación laboral y la sensibilización social. En este escenario, permite experiencias inmersivas que acercan a las personas a problemáticas como la desigualdad, la discriminación y el cambio climático de manera significativa.

f. Ofrece productos y servicios adaptados. Facilita la inclusión social mediante el diseño de productos y servicios tecnológicos adaptados, lo que contribuye a reducir brechas de desigualdad al atender las necesidades de grupos vulnerables. En consecuencia, promueve la accesibilidad, la autonomía personal y el acceso equitativo a servicios vinculados a la salud y el bienestar.

g. Integra robótica, impresión 3D e inteligencia artificial. Integra tecnologías avanzadas en procesos productivos y ambientales, con lo cual incrementa la eficiencia, reduce el desperdicio de recursos y mejora el reciclaje. Adicionalmente, apoya la conservación de ecosistemas mediante sistemas automatizados y drones orientados a una producción y consumo responsables.

De esta forma, la integración de la tecnología evidencia su capacidad transformadora para articular innovación, equidad y sostenibilidad en diversos contextos, consolidando su papel transversal en la Agenda 2030. En consecuencia, su adecuada gobernanza y adopción responsable fortalecen políticas públicas, mercados y capacidades sociales, y reduce así las brechas estructurales. En suma, el aprovechamiento tecnológico orientado a los ODS exige cooperación, ética y evaluación continua para maximizar impactos económicos, sociales y ambientales a largo plazo (Pacto Mundial, 2025).

CAPÍTULO III

CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL DESARROLLO ECONÓMICO

El progreso científico y tecnológico ha transformado profundamente los sistemas económicos modernos, pues ha permitido incrementar la productividad, fomentar la innovación y fortalecer la competitividad de los distintos sectores productivos. Además, su incorporación en procesos industriales y comerciales optimiza recursos, genera valor agregado y propicia la aparición de soluciones tecnológicas aplicables que mejoran la eficiencia de las empresas, mientras crean nuevas oportunidades de inversión y permiten una mayor adaptabilidad frente a mercados cada vez más globalizados y dinámicos.

De manera complementaria, herramientas como la inteligencia artificial (IA), la computación en la nube y el análisis de *big data* facilitan la toma de decisiones basada en información precisa y oportuna, mejorando la eficiencia operativa y potenciando la innovación estratégica. Por ello, es necesario diseñar políticas de inversión y programas de desarrollo que fortalezcan la infraestructura tecnológica, fomenten la transferencia de conocimiento y promuevan la formación de capital humano para asegurar que los beneficios se distribuyan de manera equitativa en la sociedad.

La aplicación de ciencia y tecnología en sectores económicos clave no solo impulsa la productividad, sino que contribuye a la sostenibilidad y la resiliencia frente a crisis y cambios globales. Así, se vuelve imprescindible establecer estrategias integradas que vinculen educación, investigación, innovación y desarrollo industrial, para lograr así un impacto positivo y duradero, al mismo tiempo que se forma talento especializado y se consolidan redes de colaboración entre instituciones públicas y privadas, fortaleciendo la competitividad y el crecimiento económico sostenido.

En última instancia, analizar los retos y oportunidades que surgen de la interacción entre tecnología y desarrollo económico permite identificar áreas

críticas de intervención, como la equidad en el acceso digital, la regulación ética de la innovación y la generación de empleos calificados. En consecuencia, la implementación de políticas integrales y estrategias a largo plazo se torna fundamental para maximizar los beneficios tecnológicos, garantizar competitividad sostenible y promover un desarrollo económico inclusivo que contribuya al bienestar social y al progreso general.

3.1. Ciencia y tecnología para el desarrollo económico

La ciencia y la tecnología se configuran como ejes estratégicos del desarrollo económico al impulsar innovación, productividad y competitividad en los países; su incidencia se manifiesta en la industria, la comercialización y la generación de soluciones aplicadas a diversos sectores. Asimismo, los avances tecnológicos permiten optimizar procesos, diversificar mercados y fortalecer capacidades productivas, contribuyendo al crecimiento sostenido y a la inserción en economías globalizadas. Así, la inversión en conocimiento se convierte en un factor determinante para el progreso económico y social de largo plazo (Blanco, 2023).

En este contexto, el desarrollo científico y tecnológico se sustenta en dinámicas de cooperación entre el Estado, las universidades, las empresas y las entidades financieras, dado que estos actores articulan recursos, conocimiento y capacidades para generar innovación. De este modo, los compromisos recíprocos favorecen la transferencia tecnológica y la creación de ecosistemas de innovación orientados al crecimiento económico. En consecuencia, la interacción institucional fortalece la competitividad nacional y promueve un desarrollo basado en alianzas estratégicas y objetivos compartidos (Walport y Rothwell, 2027).

Por otro lado, los modelos de vinculación entre la ciencia, la tecnología y las políticas económicas presentan distintos niveles de intervención estatal, lo cual condiciona el fortalecimiento de la ciencia institucionalizada con impacto regional medible en empleo, productividad, innovación y competitividad nacional sostenida. En ese sentido, el diseño de políticas públicas define prioridades, asigna recursos y orienta la investigación hacia áreas estratégicas para la

economía. Dicha acción del Estado influye en la capacidad científica y tecnológica de un país, a la vez que determina su impacto en el desarrollo productivo y social (Blanco, 2023; Walport y Rothwell, 2027).

En consecuencia, la función pública de la ciencia y la tecnología responde a la responsabilidad del Estado de impulsar el desarrollo nacional y el bienestar colectivo, articulando su relación con el mercado, las instituciones de educación superior y la sociedad mediante gobernanza colaborativa, evaluación permanente, transparencia institucional y participación ciudadana. Por ello, la canalización de recursos y la definición de objetivos estratégicos permiten alinear el conocimiento científico con las necesidades económicas y sociales. Así, esta relación sistémica favorece un desarrollo económico equilibrado, sostenible y orientado al beneficio social (Blanco, 2023).

3.1.1. Importancia de la ciencia y la tecnología en el desarrollo económico

La ciencia y la tecnología han adquirido una relevancia central en el desarrollo económico contemporáneo, debido a que sus resultados impactan de manera transversal en todos los sectores productivos y de servicios. En ese sentido, las políticas públicas orientadas a la ciencia y la tecnología han superado en prioridad a otras estrategias tradicionales, al convertirse en motores de competitividad e inserción internacional. Por ello, la inversión estatal en conocimiento y tecnología fortalece la innovación, dinamiza los mercados y favorece un crecimiento económico sostenible en contextos globalizados y altamente interconectados (Blanco, 2023).

Desde la perspectiva del Estado, la ciencia y la tecnología cumplen una función estratégica al generar conocimientos aplicables a la reducción de la pobreza y la gestión de riesgos. De forma adicional, su aporte constituye un aspecto fundamental para la prevención de desastres, el fortalecimiento de la resiliencia social y la reconstrucción económica en escenarios adversos. En consecuencia, el desarrollo científico permite acortar brechas cognitivas, promover la cooperación intercultural y contribuir en gran medida al logro de com-

promisos internacionales vinculados al bienestar y la sostenibilidad económica (Cantú-Martínez, 2019).

El conocimiento científico constituye una riqueza esencial para las sociedades actuales, ya que se consolida como un insumo indispensable para el desarrollo económico y social. En este marco, las economías demandan cada vez mayor soporte del conocimiento para generar valor agregado en bienes y servicios derivados de la innovación. Así, la investigación tecnocientífica se posiciona como uno de los principales pilares del progreso económico, ya que fortalece la productividad, la competitividad y la capacidad transformadora de los sistemas productivos en contextos globales dinámicos y altamente competitivos (Albornoz, 2015).

Por consiguiente, la innovación se ha convertido en el medio fundamental para la transformación de las sociedades contemporáneas y la modernización de sus estructuras económicas, cuya articulación entre ciencia, tecnología e innovación permite optimizar procesos, diversificar la oferta productiva y consolidar economías basadas en el conocimiento. De este modo, el desarrollo económico sostenido depende cada vez más de políticas que impulsen la investigación, la transferencia tecnológica y la aplicación del conocimiento científico al servicio del bienestar social (Cantú-Martínez, 2019).

3.1.2. Investigación e innovación tecnológica en la competitividad económica

La investigación e innovación tecnológica se configuran como factores estratégicos para fortalecer la competitividad económica de las empresas, especialmente en contextos locales que enfrentan rezagos productivos. En tal sentido, la adopción de la tecnología permite optimizar procesos, mejorar la calidad de bienes y servicios, y responder de manera eficiente a mercados dinámicos. Asimismo, la innovación impulsa la generación de valor agregado y empleo, consolidando a las empresas como ejes del desarrollo económico sostenible y de la estabilidad social en entornos latinoamericanos caracterizados por alta participación empresarial (Armas y Panchi, 2021).

Desde una perspectiva económica, la innovación tecnológica favorece la competitividad al potenciar la productividad y la capacidad de adaptación organizacional frente a escenarios de cambio constante. Por ello, las empresas que integran la tecnología en sus modelos de gestión logran diferenciarse, fortalecer su posicionamiento y ampliar su participación en los mercados. Además, el aprovechamiento del talento humano y la modernización de procesos productivos se convierten en condiciones clave para sostener el crecimiento empresarial en economías donde las empresas concentran la mayor proporción del empleo formal (Navas *et al.*, 2022).

La competitividad económica empresarial también se vincula con la capacidad de innovación como respuesta a las demandas del consumidor y a la presión del entorno competitivo. En este marco, la incorporación de tecnologías facilita la creación de nuevos productos, así como la mejora continua y la eficiencia operativa, lo que contribuye al fortalecimiento del tejido empresarial. De igual forma, la innovación tecnológica permite reducir costos, incrementar la rentabilidad y sostener ventajas competitivas en el tiempo, aspectos fundamentales en economías donde el desarrollo depende del dinamismo empresarial y del uso estratégico del conocimiento aplicado (Armas y Panchi, 2021).

Como resultado, analizar la relación entre innovación tecnológica y competitividad económica resulta relevante para comprender los factores que influyen en el desempeño empresarial. La inversión en tecnología, junto con una gestión adecuada del capital humano, impulsa la sostenibilidad y expansión de las empresas en mercados complejos, donde la innovación se consolida como una exigencia del entorno económico actual y no solo como una opción estratégica. Esto permite a las organizaciones responder a la globalización, mejorar su productividad y contribuir al desarrollo económico nacional de manera sostenida (Navas *et al.*, 2022).

3.2. Herramientas basadas en ciencia y tecnología para el crecimiento económico

De acuerdo con Li *et al.* (2024), en el contexto del crecimiento económico contemporáneo, resulta pertinente analizar las principales características tecnológicas y económicas de las digitales emergentes que configuran nuevos

patrones productivos y organizacionales. En este marco, se encuentra el enfoque IABCD, que integra el Internet de las Cosas, la inteligencia artificial, las *blockchains*, la computación en la nube y el análisis de datos como un conjunto articulado. Asimismo, mediante una visión sistémica, se reconoce que estas tecnologías actúan de manera complementaria, pues potencian la innovación, la eficiencia económica y la competitividad sostenible.

3.2.1. Internet de las cosas (IoT)

Se ha consolidado como una herramienta clave para el crecimiento económico, pues permite la interconexión de dispositivos físicos capaces de recolectar y transmitir datos en tiempo real. En este sentido, su aplicación optimiza procesos productivos, reduce costos operativos y mejora la toma de decisiones empresariales mediante información precisa y continua. Asimismo, la automatización basada en IoT impulsa la eficiencia industrial, fomenta nuevos modelos de negocio y fortalece la competitividad en sectores como manufactura, logística, agricultura y servicios urbanos.

Desde una perspectiva económica, el IoT genera valor al integrar sensores, redes de comunicación y sistemas de análisis que transforman datos en conocimiento estratégico. De esta manera, las organizaciones elevan su productividad a través de mantenimiento predictivo, control de calidad y optimización de recursos. Además, el efecto de red amplifica su impacto económico, ya que el valor del sistema aumenta conforme se incorporan más dispositivos y usuarios, por lo que el IoT contribuye a la creación de ecosistemas digitales dinámicos orientados al desarrollo sostenible.

3.2.2. Inteligencia artificial (IA)

Es una herramienta científico-tecnológica fundamental para el crecimiento económico, ya que permite que los sistemas aprendan, analicen patrones y tomen decisiones a partir de grandes volúmenes de datos. Dentro de este escenario, su aplicación incrementa significativamente la productividad, acelera la innovación y mejora la eficiencia en sectores como finanzas, salud,

industria y servicios. Asimismo, la IA facilita la automatización de tareas complejas, reduce errores operativos y genera ventajas competitivas sostenibles en mercados altamente dinámicos.

Desde el enfoque del desarrollo económico, la IA impulsa transformaciones estructurales al optimizar procesos, personalizar servicios y mejorar la asignación de recursos; gracias a ello, las empresas fortalecen su capacidad de adaptación frente a entornos cambiantes y demandas crecientes. Además, la combinación de aprendizaje automático y análisis predictivo permite anticipar tendencias económicas y mejorar la planificación estratégica. Por tanto, la inteligencia artificial se consolida como motor del crecimiento económico basado en conocimiento e innovación.

3.2.3. *Blockchain*

Es, sin duda, una herramienta relevante para el crecimiento económico, pues ofrece sistemas descentralizados que garantizan seguridad, transparencia y trazabilidad en las transacciones. En este marco, su aplicación reduce costos de intermediación, fortalece la confianza entre agentes económicos y mejora la eficiencia de los mercados productivos. Asimismo, impulsa nuevos modelos de negocio digitales en sectores como finanzas, logística y comercio, favoreciendo la innovación organizacional y la integración económica en entornos digitales altamente competitivos y dinámicos.

Desde una perspectiva productiva, el uso de *blockchain* permite optimizar cadenas de suministro, automatizar contratos inteligentes y asegurar la integridad de la información compartida. Así, las organizaciones elevan la eficiencia operativa y reducen riesgos asociados al fraude y a la manipulación de datos. Además, la descentralización tecnológica promueve la inclusión económica y la innovación colaborativa, por lo que el *blockchain* actúa como una infraestructura estratégica para economías orientadas a la competitividad, la transparencia y el desarrollo sostenible.

3.2.4. Computación en la nube

Constituye una herramienta esencial para el crecimiento económico debido a que proporciona acceso flexible y escalable a recursos informáticos mediante plataformas digitales. En este contexto, las empresas reducen inversiones en infraestructura física, optimizan costos operativos y fortalecen su capacidad de adaptación ante cambios del entorno económico. Asimismo, la nube facilita la innovación al permitir el desarrollo ágil de aplicaciones, servicios digitales y soluciones basadas en datos a gran escala, mejorando la eficiencia organizacional, la gestión de información y la continuidad operativa en contextos cambiantes y competitivos.

Desde el enfoque económico, dicha computación impulsa la competitividad, gracias a que democratiza el acceso a tecnologías avanzadas para organizaciones de distintos tamaños, haciendo que pequeñas y medianas empresas puedan mejorar su productividad y ampliar su alcance de mercado. Además, la disponibilidad global de la nube favorece la internacionalización empresarial, consolidando esta tecnología como un habilitador clave del crecimiento económico digital y sostenible, al fortalecer la innovación, la resiliencia empresarial y la integración en mercados globales interconectados.

3.2.5. *Big data*

Se trata de una herramienta relevante para el crecimiento económico, pues ofrece sistemas descentralizados que garantizan seguridad, transparencia y trazabilidad en las transacciones. En este marco, su aplicación reduce costos de intermediación, fortalece la confianza entre agentes económicos y mejora la eficiencia de los mercados productivos. Asimismo, impulsa nuevos modelos de negocio digitales en sectores como finanzas, logística y comercio, lo cual favorece la innovación organizacional y la integración económica en entornos digitales altamente competitivos y dinámicos, con impacto directo en la toma de decisiones estratégicas empresariales.

Desde una perspectiva productiva, el uso de *big data* permite optimizar cadenas de suministro, automatizar procesos analíticos y asegurar la integridad

de la información compartida; de esta manera, las organizaciones incrementan la eficiencia operativa y reducen riesgos asociados al fraude y a la manipulación de datos. Además, el análisis avanzado de grandes volúmenes de información promueve la inclusión económica y la innovación colaborativa. En consecuencia, el *big data* actúa como una infraestructura estratégica para economías orientadas a la competitividad, la transparencia y el desarrollo sostenible, basadas en evidencia, conocimiento y valor predictivo.

De esta manera, el marco IABCD evidencia que el potencial de las tecnologías surge de su interconexión funcional y estratégica dentro de los sistemas económicos contemporáneos. En consecuencia, dicha articulación tecnológica permite liberar sinergias que reducen costos, generan efectos de red, economías de alcance y un uso más eficiente de recursos compartidos a escala organizacional y sectorial. En ese sentido, al facilitar la innovación continua y la reorganización productiva, estas propiedades económicas fortalecen la competitividad sistémica y sostienen trayectorias de crecimiento económico adaptativo y sostenible en contextos dinámicos actuales (Li *et al.*, 2024).

3.3. Integración y claves de la ciencia y la tecnología en sectores económicos

La ciencia y la tecnología están transformando los sectores económicos, debido a que impulsan la adopción de soluciones digitales, la automatización y los modelos de negocio innovadores que elevan la competitividad productiva, la calidad de servicios y la eficiencia operativa. Asimismo, la ciencia y la tecnología asumen un rol fundamental para fortalecer capacidades institucionales y adaptativas frente a desafíos globales, de modo que las inversiones en investigación, desarrollo y tecnologías de la información generan dinámicas de crecimiento superiores a la media económica general, especialmente en las economías avanzadas y emergentes (OCDE, 2024; Venkatesh, 2025).

En este marco, la adopción de tecnologías digitales ha impulsado sectores emergentes como biotecnología, energía renovable y economía creativa, generando nuevas oportunidades de inversión y empleo de alta cualificación. De igual modo, la digitalización permite mejorar la eficiencia de cadenas de

suministro, la trazabilidad de productos y la gestión de recursos, algo que sin duda favorece a las economías circulares y a los modelos de negocio sostenibles. Estas innovaciones fortalecen la capacidad de adaptación de las empresas ante cambios regulatorios y económicos, consolidando la ciencia y la tecnología como motores estratégicos del crecimiento económico (Zheng *et al.*, 2025).

Además, la digitalización favorece la creación de nuevas oportunidades de empleo de alta cualificación y la expansión de sectores emergentes como biotecnología y tecnologías de la información, lo cual contribuye al dinamismo económico local y global. De igual modo, en sectores como la energía limpia y la gestión ambiental, la innovación tecnológica facilita la transición hacia sistemas más sostenibles y menos dependientes de combustibles fósiles, fortaleciendo la estabilidad macroeconómica. En consecuencia, la ciencia y la tecnología se consolidan como pilares de una economía moderna orientada al desarrollo sostenible (Venkatesh, 2025).

Por lo tanto, el crecimiento acelerado de sectores vinculados a las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) demuestra que las economías con mayor inversión en ciencia y tecnología registran tasas de expansión superiores a la media global. En particular, el sector de las TIC ha crecido significativamente más rápido que la economía general, ocasionando efectos de red y economías de escala que benefician a múltiples industrias interconectadas. Por tal motivo, resulta preciso impulsar el fortalecimiento de políticas públicas que promuevan investigación, innovación y digitalización, algo indispensable para sostener el progreso económico a mediano y largo plazo (OCDE, 2024).

3.3.1. Principales sectores económicos beneficiados por la tecnología

Los avances digitales y la innovación tecnológica han impulsado significativamente la modernización de distintos sectores económicos, facilitando la optimización de recursos, la eficiencia operativa y la creación de empleo especializado (Venkatesh, 2025). En este escenario, fomentan la sostenibilidad y la competitividad global; a su vez, permiten que las industrias tradicionales y emergentes se adapten a cambios dinámicos del entorno productivo y regulatorio.

Los siguientes son los sectores económicos más beneficiados por la aplicación de la tecnología:

a. Agricultura. Las tecnologías agrícolas modernas, como la agricultura de precisión, drones y cultivos genéticamente modificados, han elevado la productividad y reducido la carga laboral, contribuyendo al desarrollo rural y la seguridad alimentaria, mientras facilitan una gestión más eficiente de los recursos naturales y promueven sistemas productivos más sostenibles y resilientes frente a desafíos climáticos.

b. Fabricación. La Industria 4.0, caracterizada por el IoT, la robótica y la inteligencia artificial, ha transformado la fabricación en un sector automatizado e inteligente, mejorando la eficiencia y calidad de los procesos, mientras fomenta la necesidad de personal altamente cualificado capaz de gestionar tecnologías avanzadas y adaptarse a cambios constantes en el entorno industrial.

c. Servicios. El sector servicios ha crecido significativamente gracias a tecnologías digitales que habilitan la banca en línea, la telemedicina y la educación remota, generando empleo flexible y facilitando el acceso a servicios esenciales. Al mismo tiempo, promueve la inclusión digital y permite que empresas y consumidores interactúen de manera más eficiente en mercados altamente competitivos.

d. Energía. La innovación en energías renovables y redes inteligentes impulsa la transición hacia sistemas energéticos más limpios y sostenibles. Esto fortalece la estabilidad económica y la seguridad del suministro, al mismo tiempo que fomenta la eficiencia operativa, reduce impactos ambientales negativos y abre oportunidades de inversión en sectores emergentes de energía limpia.

Por todo ello, la implementación de tecnologías avanzadas en distintos sectores permite consolidar capacidades estratégicas, mejorar la gestión de recursos, fortalecer la adaptabilidad empresarial y aumentar la eficiencia operativa. Como resultado, promueve la innovación continua, facilita la transición hacia modelos productivos más sostenibles y competitivos, y genera nuevas oportunidades económicas en un entorno global cada vez más dinámico y exigente (Venkatesh, 2025).

3.3.2. Claves para impulsar el desarrollo económico mediante la tecnología

Mora (2025) señala que los avances tecnológicos han transformado la manera en que las economías aprovechan recursos, gestionan procesos y generan valor agregado. En consecuencia, facilitan la competitividad, la eficiencia operativa y la creación de nuevas oportunidades de inversión, empleo especializado y sostenibilidad en sectores estratégicos de desarrollo económico regional y global.

a. *Nearshoring*. Las empresas que adoptan la digitalización de cadenas de suministro, IA y manufactura avanzada fortalecen la competitividad regional, mientras que las políticas de incentivo tecnológico y modernización industrial consolidan la capacidad empresarial para atraer inversiones y generar desarrollo económico sostenible.

b. Educación y capacitación. Los sistemas educativos que integran habilidades digitales desde la formación básica fortalecen programas avanzados en IA, *blockchain* y análisis de datos. Asimismo, fomentan la colaboración con empresas, cierran la brecha de talento y potencian la productividad y competitividad del capital humano.

c. Salud y tecnología. Los hospitales y sistemas de salud que invierten en infraestructura digital, interoperabilidad y telemedicina avanzada optimizan la atención, mejoran la eficiencia operativa y fortalecen la capacidad del sector sanitario para contribuir al crecimiento económico sostenible y a la resiliencia social.

d. *Fintech* e inclusión financiera. Las instituciones financieras que desarrollan marcos regulatorios flexibles, programas de educación financiera y plataformas digitales seguras amplían la bancarización, fomentan la inclusión financiera y potencian el desarrollo económico mediante mayor acceso a créditos, inversiones y pagos digitales en poblaciones previamente desatendidas.

e. Energía y sostenibilidad. Los sectores productivos que adoptan energías renovables, digitalizan redes, aplican inteligencia artificial para opti-

mizar el consumo y promueven modelos de economía circular mejoran la eficiencia energética, generan empleos verdes y fomentan un desarrollo económico sostenible en áreas estratégicas.

De este modo, la integración de soluciones digitales y tecnologías avanzadas en sectores clave potencia la innovación, fortalece la competitividad empresarial y mejora la eficiencia de los procesos productivos. En este sentido, genera oportunidades de empleo especializado, impulsa la inclusión financiera y energética, y contribuye al desarrollo económico sostenible a nivel regional y global (Mora, 2025).

3.4. Educación, tecnología y desarrollo económico

La educación y la tecnología se consideran pilares para el desarrollo económico, ya que fortalecen la productividad y fomentan la innovación en diversas industrias. En este sentido, la formación de capital humano capacita a la fuerza laboral para enfrentar desafíos complejos, mientras que los avances tecnológicos optimizan procesos productivos y facilitan la creación de nuevos sectores económicos. Por lo tanto, ambos factores actúan de manera complementaria, generando efectos sinérgicos que potencian el crecimiento sostenible y la competitividad regional (Peng y Li, 2021).

Asimismo, la interacción entre educación y tecnología amplifica sus impactos individuales sobre la economía, dado que niveles elevados de inversión en un área potencian los efectos del otro factor. Esta sinergia favorece no solo mejoras en productividad, sino transformaciones sociales significativas, como la generación de oportunidades laborales y la reducción de desigualdades. Del mismo modo, las diferencias regionales condicionan la magnitud de estos efectos, lo que evidencia la necesidad de impulsar políticas diferenciadas según los contextos provinciales y el desarrollo económico local (Huang *et al.*, 2022; Li *et al.*, 2024).

De manera complementaria, el capital humano funciona como mediador crucial entre la educación y el desarrollo económico, pues constituye el conducto mediante el cual la inversión educativa se traduce en innovación y eficiencia productiva. A su vez, las TIC facilitan la transmisión y aplicación

de conocimientos, intensificando el impacto de la inversión tecnológica en la economía. Por consiguiente, estas mediaciones reflejan la complejidad de los caminos a través de los cuales los factores educativos y tecnológicos influyen en los resultados económicos, resaltando la necesidad de análisis integrales (Teixeira y Queirós, 2016).

En consecuencia, la planificación de políticas orientadas al desarrollo económico debe considerar el equilibrio y la complementariedad entre educación y tecnología. Implementar estrategias coordinadas permite maximizar los beneficios socioeconómicos, especialmente en regiones con menor desarrollo inicial, donde la inversión tecnológica genera rendimientos más pronunciados. Así, este enfoque contribuye a una comprensión más matizada de los motores del crecimiento económico, a la vez que ofrece herramientas para que los responsables políticos optimicen la interacción de estos factores y promuevan un desarrollo de alta calidad sostenible (Dai *et al.*, 2025).

3.4.1. Inversión pública y privada en investigación y desarrollo tecnológico

La inversión en investigación y desarrollo tecnológico (I+D) se considera un motor esencial para el crecimiento económico, ya que fomenta la innovación, mejora la eficiencia productiva y potencia la competitividad de los distintos sectores de producción. Además, permite generar nuevas tecnologías, absorber las existentes y promover un uso más eficiente del capital físico y humano. Por lo tanto, los gastos en I+D provenientes de los sectores público, privado y educativo resultan estratégicos para sostener un crecimiento económico sostenible y equilibrado a largo plazo (Huang *et al.*, 2025).

En este contexto, los modelos de crecimiento endógeno destacan el papel del capital humano, la innovación y la iniciativa empresarial como factores determinantes del progreso tecnológico y económico. De igual modo, la implementación de políticas que fortalezcan la inversión en educación superior y en empresas innovadoras genera un efecto multiplicador, ya que facilita la creación de conocimiento aplicable, acelera la modernización productiva y fomenta la competitividad regional. Así, la coordinación entre los distintos sectores no

solo impulsa la productividad, sino que reduce las brechas de desarrollo entre países y regiones (Sánchez *et al.*, 2024).

Asimismo, el modelo ampliado de Solow, conocido como MRW, evidencia que la tecnología constituye un factor central para explicar el crecimiento económico sostenido y la convergencia entre economías de diferentes niveles de desarrollo. De manera interrelacionada, este enfoque permite analizar cómo la acumulación de capital físico y humano, junto con la inversión en I+D, impacta directamente en la productividad, la innovación y la competitividad a largo plazo. Por ello, se resalta que la dinámica tecnológica no es aislada, sino que depende de políticas, instituciones y el entorno económico de cada país (Huang *et al.*, 2025).

Por consiguiente, es clara necesidad de medir los efectos diferenciados de la inversión en I+D según el sector involucrado, dado que los resultados pueden variar significativamente dependiendo del origen del financiamiento, las capacidades locales y el contexto económico. Este análisis permite identificar tendencias a largo plazo, diseñar estrategias más efectivas y optimizar la eficiencia de los recursos destinados a la innovación tecnológica. De esta forma, se evidencia que la inversión pública y privada en I+D constituye un componente crítico para consolidar el crecimiento económico sostenido, inclusivo y competitivo a nivel global (Sánchez *et al.*, 2024).

3.4.2. Inversión en capital humano y estructura educativa para la innovación

La inversión en educación pública es un factor clave para mejorar la capacidad de innovación regional, ya que contribuye a la acumulación de capital humano y promueve la generación de nuevo conocimiento. Este capital humano avanzado facilita la absorción y difusión de tecnologías, a la vez que acelera el progreso tecnológico y fortalece la competitividad económica. En este marco, las políticas educativas orientadas a aumentar la proporción de trabajadores altamente calificados permite potenciar los efectos de la innovación en la economía regional (Habibi y Amjad, 2020).

En tal sentido, el desarrollo de una estructura avanzada de capital humano se ha constituido en un aspecto crucial, especialmente en contextos de

envejecimiento poblacional y disminución de la fertilidad, en los que el capital humano primario pierde impulso económico. Además, el libre flujo de trabajadores altamente calificados entre regiones puede generar desajustes espaciales en la inversión educativa, afectando la eficiencia de los recursos públicos. Por ello, es necesario coordinar la inversión en educación con políticas regionales para optimizar la innovación tecnológica y mejorar la competitividad entre provincias (Liu *et al.*, 2024).

Asimismo, la cadena de valor de la innovación (CVI) demuestra que la innovación comprende múltiples etapas, desde la disposición de insumos hasta la transformación de resultados en beneficios económicos. Por ello, la inversión pública en educación puede afectar de manera diferenciada los subprocesos de I+D y de comercialización, dependiendo de la estructura del capital humano y del contexto regional. Esta perspectiva permite evaluar la heterogeneidad de los efectos de la inversión educativa, así como los mecanismos que impulsan la producción de conocimiento y la conversión de la innovación en resultados económicos (Chen *et al.*, 2020).

Por consiguiente, los estudios que incorporan modelos econométricos espaciales ayudan a analizar los efectos de desbordamiento de la inversión pública en educación y del capital humano avanzado sobre la innovación regional. De esta manera, se puede explorar cómo la estructura del capital humano modera la producción de innovación en los distintos subprocesos, proporcionando información valiosa para diseñar políticas educativas y de innovación más efectivas. Así, la interacción entre educación, capital humano y desarrollo tecnológico se vuelve un eje estratégico para fortalecer la competitividad regional y nacional (Liu *et al.*, 2024).

3.5. Retos y perspectivas de la ciencia y la tecnología en el desarrollo económico

En muchos países en desarrollo la integración de ciencia y tecnología se percibe como un factor determinante del crecimiento económico, ya que permite la generación de capacidades productivas y competitivas que son difíciles de alcanzar sin innovación. En este escenario, la inversión en investigación y desarrollo (I+D) fortalece las bases productivas, aunque en contextos emergentes

esta inversión suele ser insuficiente, lo que limita la eficiencia de las políticas públicas. Por ende, es clave fomentar marcos institucionales que articulen sectores y recursos (Proaño, 2024).

En adición a lo anterior, la inversión realizada en ciencia y tecnología influye de manera directa en indicadores de bienestar social y desarrollo económico, debido a que puede mejorar la educación, la salud y la infraestructura productiva al generar innovaciones aplicables. No obstante, en regiones como América Latina, estas inversiones continúan siendo bajas frente a estándares internacionales, lo que dificulta la transformación del conocimiento científico en beneficios concretos para toda la población. Por tal motivo, surge la necesidad de implementar políticas que promuevan la vinculación entre investigación, mercado y sociedad (Poty, 2025).

Por otro lado, diversos estudios empíricos relacionados con la inversión en ciencia y tecnología han demostrado que existen diferentes retos estructurales, los cuales afectan su impacto en el crecimiento económico, dado que la relación entre inversiones en I+D y el producto bruto interno puede ser positiva; sin embargo, depende de múltiples factores como capital humano calificado e instituciones eficaces. De este modo, las barreras institucionales y la falta de coordinación entre actores limitan de manera significativa el potencial transformador de las actividades científicas y tecnológicas sobre la economía nacional (Jiménez y Ramos, 2025).

Como resultado, las perspectivas futuras apuntan a que la digitalización y la innovación científica pueden acelerar el desarrollo económico siempre y cuando se articulen con políticas de largo plazo, dado que la tecnología digital ha demostrado ser un motor de crecimiento sostenible en diversos países al mejorar la productividad, la eficiencia y la competitividad global. De esta forma, aprovechar estas tendencias requiere fomentar capacidades tecnológicas locales, incluir estrategias que favorezcan la transferencia de conocimiento entre los sectores productivos y académicos, y asegurar un impacto social positivo amplio y duradero (He *et al.*, 2024).

3.5.1. Desafíos del desarrollo económico impulsado por la tecnología

Investigadores como Venkatesh (2025) explican que el desarrollo económico impulsado por la tecnología enfrenta múltiples desafíos que pueden afectar la equidad y la estabilidad social, entre los que se encuentran la pérdida de empleos tradicionales, la desigualdad en el acceso digital y los riesgos asociados a la privacidad y la regulación. Por tal razón, resulta fundamental identificar y gestionar estos retos de manera integral para minimizar impactos negativos y orientar políticas efectivas.

a. Desplazamiento de empleos y desigualdad. La automatización y la IA pueden sustituir empleos poco calificados, generando desempleo y aumentando la desigualdad de ingresos. Por ello, es preciso promover programas de reciclaje laboral y capacitación continua que permitan a los trabajadores adaptarse a nuevos perfiles profesionales, garantizando así una transición más equitativa y sostenible.

b. Brecha digital. El acceso desigual a la tecnología, especialmente en regiones rurales o en desarrollo, limita las oportunidades económicas y educativas. En consecuencia, es necesario implementar políticas públicas y estrategias privadas que cierren la brecha digital, fomentando infraestructura tecnológica inclusiva y capacitación digital para mejorar la equidad en la sociedad.

c. Privacidad y seguridad de datos. Con la creciente digitalización de las economías, proteger la información personal y corporativa se convierte en un reto prioritario. Por tal motivo, se requieren normativas robustas y sistemas avanzados de ciberseguridad que garanticen la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos frente a posibles amenazas y vulnerabilidades.

d. Preocupaciones regulatorias y éticas. La expansión tecnológica plantea desafíos regulatorios complejos relacionados con la ética de la IA, la propiedad intelectual y los monopolios de mercado. Por ello, los Gobiernos deben establecer marcos normativos claros y mecanismos de supervisión que aseguren un desarrollo tecnológico responsable, equitativo y conforme a los principios legales.

Enfrentar tales desafíos requiere un enfoque estratégico que combine regulación efectiva, capacitación laboral, inversión sostenible y fortalecimiento de la infraestructura digital, promoviendo así la resiliencia de las sociedades. Asimismo, la coordinación entre los sectores público y privado resulta esencial para anticipar riesgos, generar políticas inclusivas y asegurar que la innovación tecnológica contribuya al bienestar general y al desarrollo económico equilibrado (Venkatesh, 2025).

3.5.2. Oportunidades tecnológicas para un desarrollo económico inclusivo

De acuerdo con Venkatesh (2025), la tecnología ofrece múltiples oportunidades para impulsar un desarrollo económico inclusivo, pues permite que diversos actores accedan a recursos y servicios que antes eran limitados. Por ello, es fundamental aprovechar estas herramientas digitales mediante políticas estratégicas y programas de capacitación que fomenten la competitividad, la sostenibilidad y la equidad, fortaleciendo así el crecimiento económico de manera integral y equitativa.

a. Empoderamiento de pymes. Las herramientas digitales disminuyen las barreras de entrada para las pequeñas y medianas empresas, fomentando el emprendimiento y la innovación. Por ello, es necesario promover la capacitación tecnológica y el acceso a plataformas digitales que permitan a las pymes competir en mercados globales y fortalecer su capacidad de crecimiento sostenido.

b. Inclusión financiera. Las soluciones *fintech* y la banca móvil amplían el acceso a servicios financieros a poblaciones históricamente desfavorecidas, contribuyendo a la equidad económica y la formalización de negocios. Por lo tanto, es fundamental impulsar la educación financiera y la infraestructura tecnológica para garantizar que estas herramientas sean inclusivas y sostenibles.

c. Desarrollo sostenible. El uso de tecnologías limpias y eficientes favorece la sostenibilidad ambiental, al tiempo que promueve el crecimiento económico. En consecuencia, resulta esencial integrar estrategias de inno-

lación tecnológica que reduzcan la huella ecológica y potencien la productividad, generando beneficios simultáneos para el medioambiente, la sociedad y la economía.

d. Trabajo remoto. La tecnología posibilita el trabajo remoto, lo cual amplía las oportunidades laborales y equilibra la distribución de empleo entre áreas urbanas y rurales. En este sentido, es importante desarrollar plataformas digitales, herramientas de colaboración y políticas de gestión laboral que permitan mantener la productividad, la conectividad y la calidad de vida de los trabajadores.

En suma, aprovechar las oportunidades tecnológicas permite fortalecer la inclusión económica y social a través del fomento de la innovación, la competitividad y el acceso equitativo a recursos estratégicos. Asimismo, la colaboración entre gobierno, empresas y sociedad civil resulta clave para consolidar un desarrollo sostenible, garantizar la equidad en diferentes sectores y asegurar que los avances digitales contribuyan al progreso económico de manera integral y duradera (Venkatesh, 2025).

CAPÍTULO IV

INDICADORES ECONÓMICOS ASOCIADOS A LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

El desarrollo de la ciencia y la tecnología se ha dado como una relación simbiótica, donde la primera nace como consecuencia y necesidad de organizar las acciones del hombre en la búsqueda de respuestas a los fenómenos (Álvarez-Tobón et al., 2021). En ese sentido, la tecnología se remonta a los primeros pasos del ser humano en las exploraciones sobre el origen y consecuencia de las necesidades existenciales (Sanabria, 2022). A su vez, la tecnología ha tenido diversos comportamientos a lo largo del tiempo, que han llevado al denominado “progreso social” (Morales y Robalino-López, 2023).

No obstante, para el desarrollo de la ciencia y la tecnología, el ser humano se ha visto en la necesidad de invertir recursos de diversas índoles, y de esa manera concretar soluciones palpables y efectivas para los conflictos existenciales (Martínez-Garduño *et al.*, 2024). En este direccionamiento, medir y registrar el progreso de las investigaciones en el tiempo ha generado la necesidad de crear métodos para señalar la inversión de los recursos (Arellano-Rojas *et al.*, 2022). Esto ha sido denominado técnicamente como “indicadores económicos” (Corrales-Cano y Gómez-Zapata, 2023).

Los indicadores económicos son estadísticas para cuantificar y proyectar el desempeño de las actividades desde un ámbito de utilidad de recursos de orden monetario (Malvicino, 2022). Es importante tener en cuenta que el desarrollo de las actividades relacionadas con las investigaciones en ciencia y tecnología debe ser justificado económicamente para medir sus beneficios (Martínez, 2023). De esta manera, las organizaciones que financian este tipo de procesos investigativos pueden demostrar al mundo la importancia y relevancia de los aportes científicos y tecnológicos.

Teóricamente, uno de los indicadores económicos de mayor relevancia es la inversión en investigación y desarrollo (I+D), que mide la cantidad moneta-

ria que se destina de la riqueza nacional para generar conocimiento y tecnología (De la Cruz y Del Pozo, 2022). En segundo lugar, se encuentra el gasto público y privado en ciencia y tecnología, que cuantifica el financiamiento según su origen (Escobar, 2021).

También se tiene el indicador relacionado con las exportaciones de alta tecnología, que cuantifica las ventas de productos tecnológicos al mercado internacional (Pashchenko, 2023). Desde otra vertiente, se encuentra el indicador de productividad asociada a la innovación, vista como un motor de crecimiento económico sostenible (Barrera-Gómez y Flórez-Romero, 2024).

Sin embargo, desde el punto de vista de la tecnología y la investigación, los indicadores de ciencia, tecnología e innovación (CTI) son recursos que ayudan a estimar y gestionar el potencial humano de una nación. A través de esto, se puede evaluar el desarrollo y capacidad del Sistema Nacional de Innovación (SIN) (Zamora *et al.*, 2025). Entre estos indicadores se encuentran el número de investigadores, la formación académica, el número de publicaciones científicas, el factor de impacto (índice h), la infraestructura científica, los indicadores de tecnología y los indicadores de innovación.

El presente estudio tiene como objeto explorar la producción científica, publicada en línea entre los años 2015 y 2025, acerca del comportamiento de los principales indicadores económicos asociados a la ciencia y la tecnología. Así, se busca responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo ha sido la producción científica publicada en línea, entre los años 2015 y 2025, sobre el comportamiento de los principales indicadores económicos asociados con la ciencia y la tecnología?

4.1. Metodología

El enfoque de la investigación comprende el plan que direcciona el estudio, al explicar de qué manera se recopilan, analizan e interpretan los valores, lo que permite responder a una interrogante investigativa (Acosta, 2023). Por ello, el presente estudio está enmarcado en un enfoque cualitativo con el que se desarrolló una revisión sistemática de literatura tomando en cuenta los linea-

mientos generales del método PRISMA (2020), partiendo de una búsqueda solo en bases de datos y registros (Page *et al.*, 2021).

En este contexto, se llevaron a cabo cuatro etapas específicas: identificación, cribado, elegibilidad e inclusión. Al llevar a cabo cada una de estas, se espera comprender la aplicabilidad de los indicadores económicos asociados con la ciencia y la tecnología, explorando la producción científica publicada entre 2015 y 2025. Entre los requisitos se encuentra la frecuencia con que se han publicado anualmente los artículos relacionados, sus características e impacto metodológico, y el valor de los aportes (Sánchez *et al.*, 2023).

Se revisaron las bases de datos Scopus, SciELO y ProQuest, tomando en cuenta la metodología aplicada en referentes previos (Jin, 2025; Suárez-Amaya *et al.*, 2022). Para asegurar una búsqueda sin riesgo de caer en sesgos, se establecieron criterios de selección para la información requerida (Myung, 2023).

Asimismo, para asegurar la efectividad de la búsqueda, se tomó en cuenta una serie de criterios de selección para incluir documentación significativa y relevante. Se establecieron cinco argumentos de inclusión y de exclusión: fecha de la publicación, idioma, tipo de documento, estructura del documento y tipo de acceso en línea (Tabla 1).

Tabla 1. *Criterios de selección*

Criterio	Inclusión	Exclusión
Fecha de publicación	2015-2025	Antes de 2015
Idioma	Inglés o español	Distinto al inglés o español
Tipo de documento	Artículos académicos	Artículos editoriales, tesis de grado y artículos monográficos
Estructura	Título, resumen, palabras claves, metodología, resultados, discusión y referencias	Estructura con todas las partes requeridas, pero que no contemple metodología o referencias
Tipo de acceso en línea	Acceso abierto	Acceso restringido

Nota. Elaboración propia

Para lograr una localización confiable y direccionada según el objeto del estudio, se estructuraron ecuaciones de búsqueda con las palabras clave relacionadas con las categorías presentes en el título. Además, se empleó la combinación de operadores booleanos, tanto en inglés como en español, para ser aplicados a cada base de datos, como se aprecia en la Tabla 2.

Tabla 2. *Ecuaciones de búsqueda*

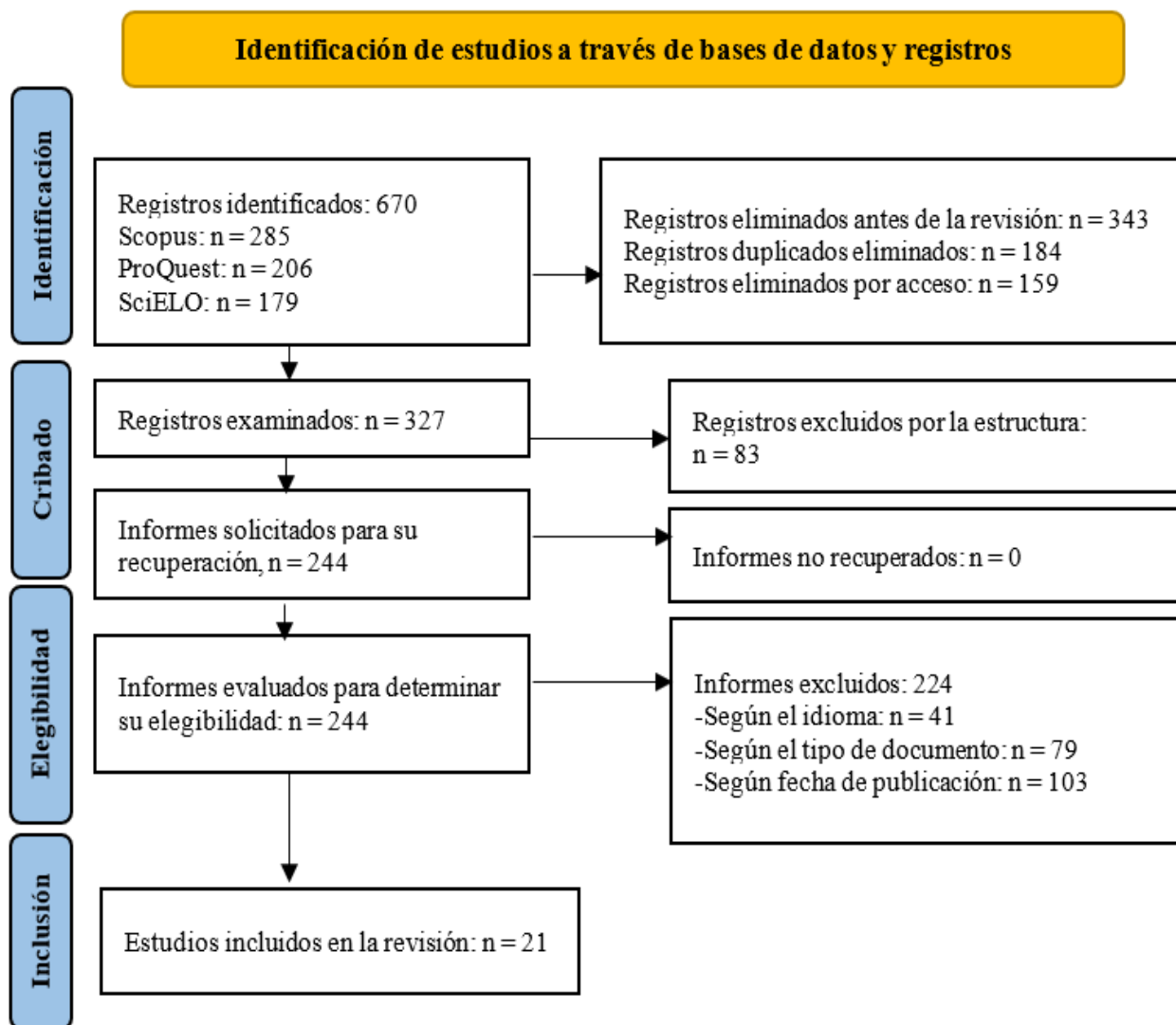
Base de datos	Combinación de búsqueda
Scopus	((economic indicators) OR (economic indices) OR economic growth)) and (science) AND (technology)
ProQuest	
SciELO	((indicadores económicos) O (índices de economía) O (crecimiento económico)) Y (ciencia) Y (tecnología)

Nota. Elaboración propia

El proceso de búsqueda se llevó a cabo el 6 de diciembre de 2025, siguiendo los pasos especificados previamente y aplicados a cada base de datos. En la etapa de identificación, se recolectaron 670 registros, de los cuales 285 pertenecen a la base de datos Scopus, 206 a ProQuest y 179 a SciELO.

Antes de la revisión en profundidad, se hizo una verificación de título, autores y resumen que condujo a la extracción de 184 documentos duplicados y 159 con acceso restringido. La búsqueda se redujo a 327 documentos para el cribado, y se descartaron 83 documentos por no poseer una estructura completa. De aquí quedaron 244 para la recuperación. Finalmente, se excluyeron 41 documentos por el tipo de idioma, 79 por el tipo de documento y 103 por fecha de publicación, lo que llevó a la inclusión de 21 artículos (Figura 1).

Figura 1. *Flujograma de búsqueda según metodología PRISMA*



Nota. Elaboración propia

4.2. Resultados

Luego de llevar a cabo el proceso de búsqueda y revisión, respetando los criterios de elegibilidad, se identificaron elementos característicos de cada investigación. En tal sentido, se diseñó una tabla de datos para el registro de cada uno de ellas, considerando año, autor(es), objetivo del estudio, metodología aplicada y hallazgos para dar respuesta a la pregunta de investigación. En la Tabla 3 se aprecia esta información de forma ordenada.

Tabla 3. Resultados cualitativos del estudio

Autor(es) y año	Objetivo del estudio	Metodología aplicada	Hallazgos
Caliskan y Dilek (2015)	Examinar si los indicadores de desarrollo tecnológico empleados con índices de desarrollo económico, innovación y nivel de desarrollo de los países, se ven afectados por los determinantes empleados en este estudio, entre 1996 y 2011.	Enfoque cuantitativo. Estudio empírico con análisis multidimensional con el método de agrupamiento jerárquico.	Los determinantes empleados fueron el gasto en inversión y desarrollo (GID), exportaciones de alta tecnología (EAT), solicitud de patentes (SP), gasto en salud (GS) e ingreso bruto per cápita (IBP), los cuales tienen un impacto significativo en el desarrollo tecnológico y la innovación.
Kaneva y Untura (2017)	Analizar la relación entre los indicadores de innovación y el crecimiento regional en Rusia.	Enfoque cuantitativo. Estudio empírico econométrico de alcance correlacional.	El análisis econométrico permite confirmar que las actividades de innovación que se desarrollan en las regiones de Rusia, se ajustan correctamente a las prioridades de las estrategias de desarrollo en ciencia e innovación del país al año 2015. El indicador de entrada Gasto en innovación tecnológica genera el mayor efecto positivo en el crecimiento económico de las 80 regiones. De igual manera, la difusión del conocimiento estimula el crecimiento en un menor número de regiones. Mientras mayor es la calidad de las instituciones de investigación, mayor será la capacidad institucional de innovación.
Maradana <i>et al.</i> (2017)	Examinar la relación a largo plazo entre la innovación y el crecimiento económico per cápita en los 19 países de Europa entre 1989 y 2014.	Enfoque cuantitativo. Aplicación de la prueba de causalidad de Granger y la técnica de cointegración.	El estudio empleó seis indicadores relacionados con el tema de estudio: patentes-residentes, patentes-no residentes, gasto en I+D, número de investigadores en actividad de I+D, exportaciones de alta tecnología y número de artículos en revistas científicas. El estudio demostró que todos los indicadores están relacionados positivamente con el crecimiento económico per cápita, en algunos casos por la demanda, en otros por la oferta y en menor proporción por ambas. El reconocimiento de la diferencia en innovación por país repercute en el nivel de desarrollo sostenible de cada nación.

Jerónimo-Cano y Juárez-Hernández (2018)	Determinar estimadores del Índice de Educación y Recursos Humanos Calificados, Índice de Infraestructura de Tecnología de la Información y las Comunicaciones y la construcción de Indicadores sintéticos sobre el Índice de la Economía del Conocimiento en México.	Enfoque cuantitativo. Estudio empírico mediante el método de uso extendido y una adaptación de este.	Los indicadores estimados demostraron tener una elevada versatilidad para su aplicación y, por ende, pueden ser empleados para el diseño e implementación de políticas, siempre que se use el conocimiento para mejorar el crecimiento económico. En el estado de México, como caso particular, los indicadores señalan un bajo interés gubernamental en invertir en la gestión del conocimiento; por ende, se aprecia una desventaja respecto a otras regiones del mundo.
Quinde-Rosales <i>et al.</i> (2019)	Evaluar la relación entre el gasto en ciencia y tecnología (GCyT) y el producto bruto interno (PBI) entre América Latina y el Caribe, y Ecuador, entre 1990-2015.	Enfoque cuantitativo con pruebas econométricas.	Los indicadores involucrados en el estudio fueron GCyT y el PBI. Se aplicó una prueba de hipótesis para comprobar las premisas y la aplicación del modelo VAR. Conformaron que la inversión en CyT incide en el desarrollo económico. Estos indicadores son significativos para hacer seguimiento al comportamiento económico de un país o región, considerando la dinámica en CyT. A pesar de estos aportes, el país evidencia una competitividad y productividad baja.
Uribe (2019)	Conocer el estado de la innovación en los países de América Latina.	Enfoque cualitativo. Revisión de literatura.	Esta investigación destaca como indicador significativo el porcentaje de gasto o inversión del PBI para la I+D, patentes concebidas, patentes otorgadas, porcentaje de efectividad y porcentaje de personal capacitado. Resalta que Colombia, en comparación al resto de la región, no tiene una diferencia significativa en su comportamiento innovador, por lo que aún queda mucho por hacer.

Širá <i>et al.</i> (2020)	Analizar los indicadores de la economía del conocimiento y su impacto en la Unión Europea.	Enfoque cuantitativo. Evaluación multicriterio con el método Topsis, observando el comportamiento durante once años.	Los indicadores empleados fueron: porcentaje de educación superior por país, porcentaje del gasto en I+D en el PBI y la cantidad total de patentes por millones de habitantes. El primer indicador lo lideraron Grecia, Dinamarca y Finlandia. El segundo indicador favoreció a Finlandia y Suecia; sin embargo, Reino Unido tuvo el mejor desarrollo sostenible en el período. De manera global, el récord lo tuvo Suecia.
Zhang <i>et al.</i> (2021)	Explorar la dinámica actual del desarrollo de la economía digital en China y su impacto en el desarrollo económico.	Enfoque cuantitativo. Estudio aplicado, mediante un análisis econométrico.	Se midió el Índice de Desarrollo Económico Digital (IDED) en 30 ciudades entre 2015 y 2019. Los resultados evidenciaron que el nivel de desarrollo de la economía digital en el país aumenta año tras año. China posee un evidente crecimiento en la infraestructura digital. Sin embargo, el desarrollo de la industria digital es relativamente lento. La infraestructura digital, la industria digital y la integración digital tienen efectos positivos significativos en la productividad total de los factores regionales. Se evidencia que se cuenta con otros indicadores para medir el comportamiento en CyT, para el caso de la innovación digital.
Martínez <i>et al.</i> (2021)	Caracterizar la evaluación en CTI partiendo de indicadores específicos de la actividad cubana.	Enfoque cualitativo. Revisión documental. Estudio descriptivo.	Se propusieron 30 indicadores seleccionados en 13 contextos. Se destacaron los indicadores de diseño estratégico, personal en actividad en ciencia e innovación por género, recursos financieros destinados a la actividad de I+D, proyectos de I+D ejecutados y por ejecutar, formación en maestría y doctorado, exportación de tecnología, entre otros.

Echeverría <i>et al.</i> (2021)	Analizar las inversiones en ciencia, tecnología e innovación en Colombia y Ecuador durante 2010 y 2014.	Enfoque cuantitativo. Estudio de casos.	En Ecuador, se tomó en cuenta el indicador de formación de personal y la producción científica en Colombia. El registro de patentes en Colombia fue de 806, mientras que para Ecuador fue de 2709. En Colombia se concedieron 2674 patentes industriales contra 764 de Ecuador. El indicador de inversión privada en CTI fue bajo.
Rodríguez y Núñez (2021)	Identificar los avances y desafíos del Sistema de Ciencias, Tecnología e Innovación (SCTI) en Cuba como parte de la actualización del modelo económico y social de la nación.	Enfoque cualitativo. Revisión documental.	La evaluación del SCTI tuvo la incursión para la revisión de los indicadores de potencial humano, financiamiento e infraestructura tecnológica, número de publicaciones, balanza de pago tecnológica (BPT), comercio de bienes de alta tecnología (BAT) y el Índice Global de Innovación (IGI). Se aprecia que estos señalaron un bajo crecimiento económico con respecto a la media mundial.
Rincón <i>et al.</i> (2022)	Explicar la influencia de la educación en variables como emprendimiento y su impacto en el crecimiento y desarrollo en países de América Latina.	Enfoque cualitativo. Revisión documental.	Se utilizaron indicadores como el PBI y la tasa de emprendimiento (TE). A mayor PBI, mayor es la TE. Se manejó también el nivel de ocupación (NO) y la TE, en los que se verificó el mismo comportamiento. Otros indicadores manejados fueron la tasa de escolaridad de educación superior (TEES) y el gasto fiscal (GF), pues ambos tienen un efecto positivo en el crecimiento económico. Sin embargo, en comparación con el resto del mundo, América Latina se encuentra algo rezagada en comparación a la media de crecimiento mundial.

Monar (2022)	Determinar la correlación entre presupuesto público y la producción científica en las universidades de países latinoamericanos.	Enfoque cuantitativo, de alcance comparativo y correlacional.	Mediante estadígrafos efectuados se corroboró que entre 2010 y 2020, en Latinoamérica y el Caribe, se registró una inversión en promedio del 0,65 % del PBI, denominado gasto en I+D, muy por debajo a la media mundial de 2,20 %. Brasil, Argentina, Cuba, Uruguay, Costa Rica y México son líderes en esta actividad. Se comprueba que la baja inversión en I+D genera menor producción científica de calidad.
Mohamed <i>et al.</i> (2022)	Verificar la influencia de los indicadores de la economía del conocimiento (EC) en el crecimiento económico de una nación.	Enfoque cuantitativo. Aplicación de tres modelos matemáticos: modelo de regresión acumulativa, modelo de efectos fijos y el modelo de efectos aleatorios.	El conocimiento, la educación y la innovación son los principales indicadores de crecimiento económico. Mantener en niveles óptimos a los indicadores propios de la economía del conocimiento favorece significativamente a los países en desarrollo, como Brasil, México y Chile.
Ma <i>et al.</i> (2022)	Evaluar el impacto de las actividades científicas y técnicas (AET) en el crecimiento económico de los países del mundo y en Ucrania.	Enfoque cualitativo Estudio empírico aplicado.	Se emplearon, principalmente, un indicador compuesto usando los subíndices potencia AET y resultados AET, además de indicadores parciales. Se verificó la correlación existente entre AET, el IDG y el Índice de Desarrollo Humano (IDH). Se destaca la importancia del indicador AET para mejorar el PBI y elevar la calidad de vida de los ciudadanos.
Aali-Bujari y Venegas-Martínez (2023)	Analizar el impacto de la inversión en I+D y el número de investigadores sobre el crecimiento económico de alguna de las economías miembros de la Organización para la Cooperación y el Crecimiento Económico (OCDE), 1996-2016.	Enfoque cuantitativo. Estudio causal. Análisis de datos panel dinámico.	Se detectó una evidencia empírica causal entre I+D y el PBI per cápita, donde predomina I+D sobre PBI. De igual forma, se encontró la misma relación inversa, en la que el PBI causa el número de investigadores.

Jaramillo (2023)	Determinar la correlación entre el número de publicaciones científicas y la citación en revistas indexadas.	Enfoque mixto. Revisión documental y análisis correlacional de Pearson.	A mayor porcentaje de inversión en gasto de investigación asociado con el PBI, mayor es la producción científica.
Ramírez y Vázquez (2023)	Analizar los efectos de la inversión tanto pública como privada en innovación, investigación y desarrollo en el crecimiento económico de México, 1980-2019.	Enfoque cuantitativo. Estudio empírico aplicando con análisis econométrico. El método de mínimos cuadrados ordinarios.	El análisis permitió verificar que existen factores que inciden positivamente en el crecimiento económico, como el incremento en patentes concedidas en México por una persona con nacionalidad extranjera, el gasto público en investigación y desarrollo, las becas otorgadas por CONACyT para posgrado y los artículos publicados por científicos mexicanos. No obstante, y aun cuando los resultados son alentadores, el país sigue estando por debajo de los registros de países desarrollados.
Renderos y García (2023)	Exponer el comportamiento de las políticas de ciencia, tecnología e innovación, haciendo un recorrido por los principales indicadores de CTI en El Salvador.	Enfoque cualitativo. Estudio de casos. Revisión documental.	Se precisó que los indicadores de mayor uso son: gasto de I+D con respecto al PBI, gastos ACT con respecto al PBI, producción científica según el número de artículos científicos publicados y el número de patentes solicitadas u otorgadas a favor de los investigadores nacionales. Sin embargo, queda mucho por hacer para lograr un mejor nivel comparativo con el desarrollo de países como Brasil en Latinoamérica y los líderes en la Unión Europea.

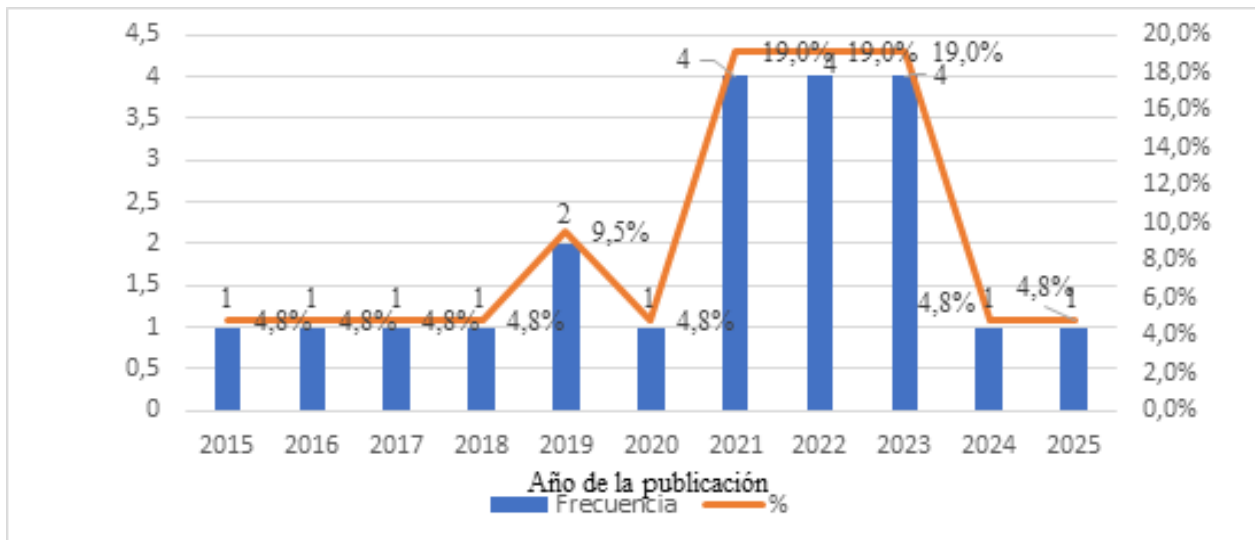
Villar y Campos (2024)	Realizar un análisis empírico relacional entre investigación, desarrollo, innovación y crecimiento económico en países OCDE, 2000-2019.	Enfoque cuantitativo. Estudio correlacional aplicando mínimos cuadrados ordinarios dinámicos para panel.	Se comprobó la existencia de una relación de equilibrio a largo plazo. Por consiguiente, en condiciones per cápita, un incremento del 1,0 % en el <i>stock</i> de patentes proyecta la elevación en el PBI de 0,52 %. Asimismo, una elevación del 1,0 % en el gasto en I+D desencadena un crecimiento de 1,27 % en el PBI. Adicionalmente, al llevar a cabo una prueba de causalidad tipo Granger para panel, se tuvo una relación positiva y significativa entre el gasto en I+D y el <i>stock</i> de patentes, así como entre el <i>stock</i> de patentes y el crecimiento. Igualmente, entre el gasto en I+D y el crecimiento.
Tello (2025)	Analizar el impacto de la inversión en I+D interna y externa en una muestra de empresas formales manufactureras en Perú, 2009-2014.	Enfoque cuantitativo. Aplicación de un modelo econométrico CDM.	En el período señalado, se pudo determinar que un 66 % de las empresas analizadas prefirió invertir en actividades de I+D de carácter interno, y solo 7 % se enfocó en las de naturaleza externa. Los montos fueron significativamente bajos. Esto permite inferir que, en el país, el avance en ciencia y tecnología es relativamente bajo, al igual que su impacto en la innovación y la productividad.

Nota. Elaboración propia

En la Tabla 3 se observan ciertos elementos cuantitativos característicos, como año de la publicación, metodología aplicada en los estudios y distribución porcentual de los hallazgos. En primer término, el mayor número de publicaciones se detectó en los años 2021, 2022 y 2023, que coinciden con el período inmediato a la culminación de la declaración de la pandemia por COVID-19. En cada uno de estos se registraron 4 estudios que representa un acumulado de 57 % del total. En segundo lugar, en 2019, se detectaron 2 artículos que representan

un aproximado al 10 %; finalmente, el resto de los años con estudios incluidos son 2015, 2016, 2017, 2018, 2020, 2024 y 2025, con un artículo cada uno, acumulando un aproximado al 37 % del total. En la Figura 2 se puede apreciar esta distribución porcentual y la frecuencia estimada.

Figura 2. *Distribución porcentual y frecuencia estimada según el año de publicación*



Nota. Elaboración propia

Abordando la metodología de cada investigación, 14 artículos se configuraron como cuantitativos, lo que representa un 66,67 %; 6 de ellos estuvieron enmarcados como cualitativos, lo que arroja un 28,57 %, y apenas un artículo tuvo enfoque mixto, que simboliza el 4,76 %. En la Tabla 4 se aprecia la distribución porcentual y la frecuencia según el enfoque metodológico.

Tabla 4. *Distribución porcentual de frecuencia del enfoque metodológico de los estudios revisados*

Enfoque metodológico	Frecuencia	Porcentaje
Cuantitativo	14	66,67 %
Cualitativo	6	28,57 %
Mixto	1	4,76 %
Total	21	100 %

Nota. Elaboración propia

En función a los hallazgos, el 47,61 % ($n = 10$) de los estudios hacen referencia al indicador de inversión en I+D como porcentaje significativo del PBI per cápita, el cual incide favorablemente en el crecimiento económico de los países. En segundo lugar, se encuentra el otorgamiento de patentes con el 38 % de los artículos revisados ($n = 8$), seguido muy de cerca por las exportaciones de alta tecnología, el número de publicaciones en revistas científicas y el número de personas con nivel profesional e identificados como investigadores. En todo caso, el 100 % de los artículos relacionan el desempeño de los indicadores relacionados con la innovación, ciencia y tecnología, con el impulso al desarrollo económico de una región o país.

4.3. Discusión

Aunque este estudio no tuvo como objetivo específico realizar una comparación entre países, en función al comportamiento y tratamiento de los indicadores económicos y su incidencia en el desarrollo económico, la misma dinámica condujo a este punto. Es de gran notoriedad que los estudios que hacen referencia al interés de las naciones en investigación, ciencia y tecnología señalan a Latinoamérica como una región de lento crecimiento (Echeverría-King *et al.*, 2021; Jerónimo-Cano y Juárez-Hernández, 2018; Martínez *et al.*, 2021; Monar, 2022; Quinde-Rosales *et al.*, 2019; Ramírez y Vázquez, 2023; Renderos y García, 2023; Rincón *et al.*, 2022; Rodríguez y Núñez, 2021; Tello, 2025; Uribe, 2019).

En la otra faceta del estudio, se pudo tener acceso a la significancia de los indicadores de innovación o de desarrollo tecnológico, y la manera en que estos permiten observar las repercusiones en los SCTI de cada nación. Se destacaron de esta manera los indicadores que directa e indirectamente describen la inversión o gasto en los proyectos de I+D, relacionándose directamente con el PBI per cápita de los países, tanto en desarrollo como los ya definidos como economías de primer nivel (Caliskan y Dilek, 2015; Kaneva y Untura, 2017; Ma *et al.*, 2022; Maradana *et al.*, 2017; Širá *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2021).

En una perspectiva más amplia, los indicadores que miden el conocimiento, el nivel educativo y la innovación deben ser considerados como los de

mayor impacto y aporte para los países que se encuentran en la lucha por lograr un desarrollo sostenible a mediano y largo plazo. Por lo tanto, mientras mayor sea el porcentaje de inversión en gasto de investigación asociado con el PBI, mayor será la producción científica (Aali-Bujari y Venegas-Martínez, 2023; Jaramillo, 2023; Mohamed *et al.*, 2022; Villar y Campo, 2024).

Todo lo antes expuesto está avalado específicamente por los hallazgos de Escobar (2021), De la Cruz y Del Pozo (2022), Pashchenko (2023) y Barrera-Gómez y Flores-Romero (2024). Estos autores destacaron la importancia y aplicaciones del uso de los indicadores de CTI para el desarrollo y capacidad del SIN, como se puede apreciar en los resultados expuestos en este estudio.

4.4. Conclusiones

La producción científica publicada en línea, sobre el comportamiento de los principales indicadores económicos asociados con la ciencia y la tecnología, en el período 2015-2025, tuvo un repunto significativo entre 2020 y 2024. El análisis realizado a los documentos de acceso libre permitió observar que los indicadores de innovación, ciencia y tecnología son estimadores determinantes para analizar el comportamiento del crecimiento económico de una nación. En este estudio destacó con mayor fuerza y presencia en el contexto mundial el indicador de I+D per cápita, el cual está relacionado con el PBI, y permite visualizar el comportamiento sobre la generación de conocimiento y tecnología.

En el ámbito local, se pudo indagar sobre el estado actual de algunos indicadores relacionados con la CTI en América Latina, destacando el progreso logrado por países como Brasil, México y Chile, que aun cuando su valoración está por debajo de la media global, se perfilan a mediano plazo como las naciones de mayor crecimiento y desarrollo de la región. Dada la importancia de esta temática para el bienestar de los ciudadanos de Latinoamérica, es determinante instar a las organizaciones, tanto públicas como privadas, a complementar esfuerzos para impulsar con mayor fuerza la inversión en los aspectos significativos relacionados con la investigación en ciencia y tecnología.

CAPÍTULO V

PERSPECTIVAS DEL DESARROLLO ECONÓMICO BASADO EN LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

El desarrollo económico contemporáneo depende de la integración de la ciencia y la tecnología, ya que estas permiten optimizar procesos productivos, elevar la competitividad y generar oportunidades de innovación que favorecen el crecimiento inclusivo. Además, la aplicación de herramientas tecnológicas avanzadas impulsa la eficiencia en distintos sectores, promueve la creación de empleo calificado y facilita la transición hacia economías más sostenibles, fortaleciendo así la capacidad de los países para adaptarse a los cambios globales y enfrentar desafíos complejos en un entorno dinámico.

Asimismo, las proyecciones económicas basadas en ciencia y tecnología muestran que la innovación constante puede generar escenarios favorables que potencien la productividad y diversifiquen las fuentes de ingresos, lo que a su vez impacta en la resiliencia económica y social. Por consiguiente, es necesario diseñar estrategias efectivas que integren políticas públicas, inversión en infraestructura tecnológica y fomento de la investigación aplicada, lo cual permitirá que los avances científicos se traduzcan en beneficios tangibles para la sociedad y la economía.

De igual manera, la implementación de políticas económicas y tecnológicas orientadas a la innovación fortalece los ecosistemas productivos y promueve la competitividad regional e internacional. Además, el desarrollo sostenible se ve favorecido cuando estas políticas consideran la eficiencia energética, la reducción de impactos ambientales y la inclusión social, lo cual garantiza que los beneficios de la ciencia y la tecnología se distribuyan de manera equitativa, fomentando así un crecimiento económico sólido y con responsabilidad ambiental.

Finalmente, el análisis del impacto de la economía y la ciencia en la sostenibilidad evidencia que el aprovechamiento estratégico de recursos tec-

nológicos y financieros puede mejorar la calidad de vida, generar empleo de calidad y promover prácticas responsables. En consecuencia, la combinación de innovación tecnológica, políticas inclusivas y gestión eficiente de recursos contribuye a un desarrollo económico sostenible, el cual asegura que los avances científicos y tecnológicos funcionen como pilares fundamentales para el bienestar social y el progreso económico a largo plazo.

5.1. Proyecciones del desarrollo económico basado en ciencia y tecnología

En el campo de la ciencia y la tecnología, las proyecciones del desarrollo económico sugieren que la innovación continuará siendo un factor central para el crecimiento inclusivo y sostenible, dado que los avances tecnológicos pueden mejorar la competitividad de sectores productivos y dinamizar mercados emergentes. En adición a lo anterior, la articulación de políticas públicas con inversiones en investigación y desarrollo permitirá anticipar tendencias económicas y apoyar la modernización industrial, lo cual es crucial para fortalecer las economías nacionales y reducir brechas productivas entre regiones (Aminullah, 2024).

Por otra parte, las futuras dinámicas económicas proyectan que las innovaciones tecnológicas, especialmente en energías limpias y exportaciones de tecnología de alto valor agregado, contribuirán de manera significativa al crecimiento económico y a la resiliencia frente a choques externos. En consecuencia, la evidencia empírica indica que la adopción de innovación verde y el estímulo a industrias basadas en tecnologías avanzadas promoverán efectos positivos tanto en la productividad como en la sostenibilidad ambiental, lo cual abre nuevas oportunidades para políticas integradas de desarrollo (Khan *et al.*, 2025).

Asimismo, el análisis de escenarios futuros en economía muestra que la difusión de tecnologías generales de propósito (GPT) puede influir en la trayectoria de crecimiento a mediano y largo plazo, siempre que exista coordinación de políticas industriales y apoyo a sectores estratégicos. En este sentido, las proyecciones sugieren que una combinación de políticas de inversión, infraes-

estructura tecnológica robusta y fortalecimiento del capital humano será esencial para sostener tasas de crecimiento que respondan a las demandas de la economía digital (Aminullah, 2024).

Por lo tanto, la investigación contemporánea señala que las proyecciones del desarrollo económico tecnológico también deben contemplar factores como la competitividad exportadora, la eficiencia institucional y la gobernanza efectiva, debido a que estos determinan en gran medida la capacidad de los países para aprovechar los beneficios de la ciencia aplicada. Por consiguiente, una estrategia de largo plazo que integre ciencia, tecnología y educación puede generar impactos positivos en la transformación económica, logrando así un crecimiento sostenido y una mayor inclusión social en los próximos años (Khan *et al.*, 2025).

5.1.1. Escenarios económicos impulsados por avances en ciencia y tecnología

Las proyecciones de escenarios económicos impulsados por la ciencia y la tecnología sugieren que la inversión sostenida en innovación y desarrollo tecnológico será un factor clave para mantener el crecimiento de economías emergentes y avanzadas, pues incrementa la productividad y fomenta la diversificación productiva. Además, la difusión de tecnologías de propósito general puede conducir a mejores resultados sociales, aunque requiere políticas industriales coordinadas que promuevan la adopción tecnológica y el desarrollo de capacidades productivas inclusivas (Aminullah, 2024).

Por otra parte, el impacto de la inversión en investigación y desarrollo (I+D) en el crecimiento económico proyecta efectos positivos en el producto bruto interno, especialmente cuando se acompaña de gasto en educación y políticas públicas coherentes que fortalezcan la absorción tecnológica en diversos sectores. Asimismo, escenarios de crecimiento apuntan a que incrementos sostenidos en I+D pueden mejorar la competitividad y la productividad, aunque es esencial tener condiciones institucionales robustas para traducir esos avances en resultados económicos tangibles (Gutiérrez-Sánchez y Benítez-Andrés, 2025).

Además, los escenarios futuros proyectados en estudios contemporáneos indican que la creciente integración de tecnologías digitales y conectividad influirá en la resiliencia económica de entornos urbanos y rurales por igual, debido a que la innovación tecnológica potencia la adaptabilidad de mercados laborales y la recuperación ante *shocks* externos. Por consiguiente, una fuerza de trabajo con habilidades tecnológicas mejoradas puede responder de manera más efectiva a los cambios globales y promover un desarrollo sostenible a largo plazo (Khan *et al.*, 2025).

En consecuencia, la evidencia global sugiere que la tecnología no solo impulsa la eficiencia productiva, sino que también modifica la estructura de los mercados internacionales mediante exportaciones de bienes y servicios intensivos en conocimiento, creando escenarios de crecimiento dinámico. Por ende, la conectividad global y la colaboración internacional en ciencia y tecnología pueden potenciar la competitividad nacional y permitir que países emergentes avancen más rápidamente en su trayectoria de desarrollo económico, siempre que se gestionen adecuadamente los desafíos de gobernanza y equidad (Poty, 2025).

5.2. Políticas económicas y tecnológicas orientadas a la innovación y la competitividad

El fortalecimiento de los sistemas productivos mediante marcos normativos que incentiven la inversión en investigación y desarrollo ha demostrado ser crucial para la competitividad y el crecimiento económico. Además, la difusión de tecnologías avanzadas y la creación de capacidades en sectores estratégicos permiten generar productos y servicios con mayor valor agregado que promueven la innovación y facilitan la adaptación de las empresas a mercados globales dinámicos y cambiantes, lo cual contribuye a un crecimiento económico sostenido y sostenible (Gechev, 2025).

Asimismo, los responsables de políticas combinan medidas directas para investigación y desarrollo con incentivos para la adopción tecnológica, fomentando la colaboración entre actores públicos y privados. En este sentido, se busca fortalecer ecosistemas de innovación mediante coordinación in-

tersectorial, capacitación tecnológica y financiación estratégica, garantizando impactos económicos amplios y sostenibles, particularmente en productividad, competitividad regional y desarrollo de capacidades locales; todo ello genera efectos positivos tanto para empresas consolidadas como para emprendimientos emergentes (OCDE, 2025).

De igual modo, la creación de clústeres tecnológicos y redes de cooperación contribuye a la diversificación productiva y a la resistencia frente a *shocks* externos. En efecto, el desarrollo de capacidades tecnológicas locales y la gobernanza de políticas bien estructuradas permiten una inserción más dinámica en mercados internacionales, potenciando la competitividad industrial y el aprovechamiento eficiente de recursos estratégicos. Así, los países que adoptan estas medidas logran un crecimiento económico más sólido y adaptable a cambios globales rápidos (Gechev, 2025).

Por consiguiente, equilibrar la promoción de la innovación con el manejo de riesgos asociados a la rápida adopción de tecnologías disruptivas es esencial para mantener la competitividad, la equidad y la sostenibilidad económica a largo plazo. En suma, una gobernanza flexible y adaptable, que combine experimentación regulatoria, aprendizaje institucional, monitoreo constante de políticas y participación activa de todos los actores, permite impulsar la innovación sostenible y fortalecer la posición de los países en el contexto económico global, garantizando un desarrollo tecnológico inclusivo y altamente competitivo a largo plazo (Riché, 2025).

5.2.1. Recomendaciones políticas para aprovechar el potencial de la tecnología

Para Venkatesh (2025), el aprovechamiento del potencial de la tecnología requiere un enfoque estratégico que integre educación, infraestructura, innovación y regulación. Además, la coordinación entre actores públicos y privados resulta fundamental para garantizar que las políticas generen beneficios equitativos, fomenten la competitividad y promuevan un desarrollo tecnológico inclusivo y capaz de responder a los desafíos del entorno económico contemporáneo.

Las principales recomendaciones a seguir son las siguientes:

- a. Invertir en educación y formación.** Permite preparar a la fuerza laboral para los cambios tecnológicos, poniendo énfasis en la alfabetización digital y el desarrollo de habilidades avanzadas, lo cual fortalece la adaptabilidad de los trabajadores y garantiza su competitividad en un entorno productivo altamente dinámico.
- b. Promover el desarrollo de infraestructuras.** Resulta esencial para cerrar la brecha digital, ampliando el acceso a banda ancha y facilitando la conectividad en regiones rurales y urbanas, de modo que la población pueda participar activamente en la economía digital y en procesos educativos innovadores.
- c. Apoyar los ecosistemas de innovación.** Fomenta la investigación aplicada, las *startups* tecnológicas y la colaboración público-privada, generando entornos favorables para la creación de nuevos productos y servicios, estimulando la creatividad empresarial y potenciando la competitividad de los sectores económicos estratégicos.
- d. Implementar políticas inclusivas.** Garantiza que los beneficios de la tecnología lleguen a todos los grupos socioeconómicos, contribuyendo a reducir la desigualdad y fortaleciendo la cohesión social, mientras se promueve la participación equitativa en oportunidades de educación, empleo y desarrollo económico sostenible.
- e. Fortalecer los marcos regulatorios.** Constituye un aspecto necesario para proteger la privacidad de los datos, asegurar la ciberseguridad y promover el uso ético de tecnologías emergentes, lo cual genera confianza en la sociedad y permite un desarrollo tecnológico responsable, seguro y sostenible.

Así, la implementación de políticas tecnológicas estratégicas debe priorizar la integración de recursos, capacidades y regulaciones para maximizar su impacto en la economía y la sociedad. Además, la evaluación continua y la adaptabilidad de estas políticas permiten ajustar acciones, fomentar la innovación responsable y garantizar que los beneficios de la tecnología se distribuyan de manera equitativa, sostenible y competitiva a largo plazo (Venkatesh, 2025).

5.3. Desarrollo económico sostenible mediante ciencia y tecnología

El desarrollo económico sostenible está estrechamente vinculado a la innovación científica y tecnológica, dado que estas permiten generar soluciones que equilibran crecimiento económico con la protección ambiental, reduciendo impactos negativos y promoviendo prácticas productivas más limpias y eficientes. Por otro lado, la digitalización y la economía digital fortalecen la productividad, el empleo y la inclusión social al aumentar la eficiencia de procesos productivos, mientras que inversiones estratégicas en ciencia orientan recursos hacia sectores clave que facilitan la transición a modelos más sostenibles y resilientes (He *et al.*, 2024).

En este contexto, un componente esencial del desarrollo económico sostenible es la innovación tecnológica verde, que impulsa tanto la competitividad económica como la reducción de emisiones contaminantes mediante energías limpias, prácticas ecoinnovadoras y procesos industriales responsables. Por consiguiente, la integración de avances tecnológicos en sectores productivos facilita no solo la transición energética, sino también la diversificación económica, atrayendo inversiones estratégicas, fomentando la economía circular y estimulando el crecimiento de mercados sostenibles que generan bienestar social, ambiental y económico (Khan *et al.*, 2025).

De igual modo, medir y promover la ciencia y la innovación es crítico para orientar políticas públicas hacia metas sostenibles y equitativas, ya que el uso sistemático de indicadores permite evaluar cómo las innovaciones tecnológicas contribuyen al crecimiento económico sostenible, la resiliencia ante desafíos medioambientales y la reducción de desigualdades. Adicionalmente, la colaboración realizada entre Gobiernos, empresas, universidades y sistemas de innovación fortalece las capacidades locales y globales para enfrentar retos ambientales complejos, promoviendo un desarrollo inclusivo, equitativo y eficiente (OCDE, 2025).

Como resultado, los avances tecnológicos pueden transformar los mercados y habilitar nuevas oportunidades económicas sostenibles cuando se di-

señan marcos estratégicos que promueven la adopción de tecnologías limpias, la eficiencia de recursos, la competitividad exportadora y la reducción de residuos. De esta manera, las economías pueden generar empleo de calidad, atraer inversión significativa, fortalecer sectores estratégicos y mitigar presiones ambientales, de modo que la ciencia y la tecnología funcionen como pilares fundamentales para un desarrollo económico sostenible, inclusivo, justo y a largo plazo (Reyes, 2023).

5.3.1. Impacto de la economía y la ciencia y tecnología en la sostenibilidad

La interacción entre la economía y los avances científicos y tecnológicos influye de manera significativa en la sostenibilidad global, ya que permite que el crecimiento económico se asocie con la eficiencia en el uso de recursos y la mitigación de impactos ambientales, algo esencial para equilibrar desarrollo y protección del medioambiente. Además, la adopción de tecnologías verdes y digitales puede mejorar la productividad, promover la reducción de emisiones y fortalecer la resiliencia económica en diversos sectores productivos (Al Abrar *et al.*, 2024).

Asimismo, la innovación tecnológica verde, como el desarrollo de energías renovables y procesos ecoinnovadores, impulsa una transformación económica sostenible, al tiempo que reduce la dependencia de combustibles fósiles y promueve nuevas industrias ecológicas. Por consiguiente, los países que alinean sus políticas económicas con estrategias de innovación sostenible tienden a mejorar su competitividad en mercados internacionales y avanzar en la mitigación del cambio climático, promoviendo modelos económicos más equitativos y resilientes frente a desafíos ambientales (Mohammedi *et al.*, 2025).

Además, la economía digital, sustentada en ciencia y tecnología, contribuye al desarrollo sostenible, ya que facilita la digitalización de procesos productivos, el incremento del empleo de calidad y la reducción del consumo energético por unidad de producción, generando simultáneamente beneficios sociales y económicos. Así, el fortalecimiento de capacidades tecnológicas y la promoción de inversiones sostenibles pueden acelerar la transición hacia eco-

nomías bajas en carbono, impulsando así un crecimiento económico compatible con los objetivos ambientales globales (Hameed, 2024).

Por lo tanto, la innovación tecnológica y el crecimiento económico tienen efectos diferenciados sobre la sostenibilidad según las capacidades institucionales y el nivel de desarrollo, lo cual implica que una política eficaz debe combinar ciencia y economía para obtener resultados positivos y equitativos. En consecuencia, la integración de estrategias económicas con ciencia y tecnología puede fortalecer la eficiencia en el uso de recursos, la competitividad de sectores productivos y la calidad de vida, consolidando una perspectiva de desarrollo sostenible integral (Al Abrar *et al.*, 2024).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aali-Bujari, A. y Venegas-Martínez, F. (2023). Evaluación del impacto de la inversión en investigación y desarrollo y el número de investigadores en el crecimiento económico. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 35, 3–15. <https://doi.org/10.46661/revmetodoscuanteconempresa.5479>

Acosta, S. (2023). Los enfoques de investigación en las ciencias sociales. *Revista Latinoamericana Ogmios*, 3(8), 82–95. <https://doi.org/10.53595/rlo.v3.i8.084>

Actis, E. (2023). *¿Qué es la economía?* Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. <http://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/3818>

Al Abrar, A., Hakim, A., Sultana, A. y All, A. (2024). Enhancing Green Economy with Artificial Intelligence: Role of Energy Use and FDI in the United States. *Journal of Environmental and Energy Economics*, 1–22. <https://doi.org/10.56946/jee.v3i2.536>

Albornoz, M. (2015). Repensar el papel de la ciencia y la tecnología en Iberoamérica. En I. y E. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología (Ed.), *Horizontes y desafíos estratégicos para la ciencia en Iberoamérica* (pp. 13–30). OEI. <https://oei.int/wp-content/uploads/2014/11/horizontes-y-desafios-estrategicos-de-la-ciencia-en-iberoamerica.pdf>

Alemayehu, D. (2024). The role of science and technology in reconstructing human social history: effect of technology change on society. *Cogent Social Sciences*, 10(1), 2356916. <https://doi.org/10.1080/23311886.2024.2356916>

Álvarez-Tobón, Y.-N., Arroyave-Giraldo, D.-I. y García-Carmona, A. (2021). Relaciones ciencia-tecnología-sociedad en la educación científica colombiana: una revisión del estado de la cuestión (2017-2021). *Revista Científica*, 42(3), 353–367. <https://doi.org/10.14483/23448350.18231>

Aminullah, E. (2024). Forecasting of technology innovation and economic growth in Indonesia. *Technological Forecasting and Social Change*, 202. 10.1016/j.techfore.2024.123333

Arellano-Rojas, P., Calisto-Breiding, C. y Peña-Pallauta, P. (2022). Evaluación de la investigación científica: mejorando las políticas científicas en Latinoamérica. *Revista Española de Documentación Científica*, 45(3), 1–16. <https://doi.org/10.3989/redc.2022.3.1879>

- Armas, I. y Panchi, V. (2021). Caracterización de las empresas que operan en el sector la matriz-cantón Latacunga provincia Cotopaxi. *UTC Prospectivas: Revista de Ciencias Administrativas y Económicas*, 4(2), 96–118. <https://investigacion.utc.edu.ec/index.php/prospectivasutc/article/view/336>
- Barrera-Gómez, J. y Flórez-Romero, M. (2024). Convergencia tecnológica y productividad: una perspectiva sobre la innovación en emprendimientos transfronterizos. *AiBi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*, 12(3), 205–213. <https://doi.org/10.15649/2346030X.4401>
- Blanco, W. (2023). La ciencia y la tecnología en el desarrollo de las economías de los países. *Universita Ciencia*, 11(32), 219–227. <https://zenodo.org/records/10366052>
- Buchanan, R. (2025, 24 de noviembre). *History of Technology*. Britannica. <https://www.britannica.com/technology/history-of-technology>
- Cabezas, E., Andrade, D. y Torres, J. (2018). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. ESPE. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/15424>
- Calderón, J. (2018, 21 de abril). *Los beneficios y riesgos de la ciencia, tecnología e innovación*. Portafolio. <https://www.portafolio.co/innovacion/los-beneficios-y-riesgos-de-la-ciencia-tecnologia-e-innovacion-516414>
- Caliskan, S. y Dilek, A. (2015). An Empirical Analysis about Technological Development and Innovation Indicators. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 195, 1486–1495. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.449>
- Cantú-Martínez, P. (2019). Ciencia y tecnología para un desarrollo perdurable. *Economía y Sociedad*, 24(55), 101–125. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7423629>
- Chen, X., Liu, Z. y Zhu, Q. (2020). Reprint of “Performance evaluation of China’s high-tech innovation process: Analysis based on the innovation value chain”. *Technovation*, 94–95, 102094. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2019.102094>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2024). *Acerca de Desarrollo Sostenible*. Cepal. <https://www.cepal.org/es/temas/desarrollo-sostenible/acerca-desarrollo-sostenible>
- Corrales-Cano, L. y Gómez-Zapata, J. (2023). ¿Sostenibilidad ambiental o indicadores económicos? Una revisión exploratoria sobre sus relaciones. *Revista En-Contexto*, 11(20), 159–183. <https://doi.org/10.53995/23463279.1450>

Dai, J., Mehmood, U. y Nassani, A. (2025). Empowering sustainability through energy efficiency, green innovations, and the sharing economy: Insights from G7 economies. *Energy*, 318, 134768. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2025.134768>

David, K. (2023). *Principles of macroeconomics 3e: A revised, online textbook for Bronx Community College student*. City University of New York. <https://pressbooks.cuny.edu/macroeconomics/>

Dávila, Y., Gutiérrez, A. y Hurtado, M. (2021). *Uso de la tecnología en la enseñanza de las ciencias naturales*. UNAN. <http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/19056>

De la Cruz, X. y Del Pozo, P. (2022). Análisis de tendencias de I+D a través de indicadores informétricos en los sistemas de gestión de ciencia, tecnología e innovación, aplicados a la agricultura. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(1), 165–178. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202022000100165

Del Pozo, P. (2025). *Desarrollo económico y desarrollo sostenible*. Pacto Mundial. <https://www.pactomundial.org/tribuna/desarrollo-economico-y-desarrollo-sostenible/>

Echeverría-King, L., Pinto, J. y Mosquera-Montoya, M. (2021). Inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación: el caso de Colombia y Ecuador. *Revista CEA*, 7(14), 1–27. <https://doi.org/10.22430/24223182.1672>

Escobar, J. (2021). Cómo medir la apropiación social de la ciencia y la tecnología: la definición de indicadores como problema. *Innovar*, 31(80), 153–166. <https://doi.org/10.15446/innovar.v31n80.93672>

Gechev, V. (2025). Economic Policy Instruments for Innovative Growth in the European Union - The Case of AI. *Economics innovative and economics research journal*, 13(3), 397–407. <https://doi.org/10.2478/eoik-2025-0071>

Gehringer, A. y Mayer, T. (2021). Measuring the Business Cycle Chronology with a Novel Business Cycle Indicator for Germany. *Journal of Business Cycle Research*, 17(1), 71–89. <https://doi.org/10.1007/s41549-021-00054-6>

Gutiérrez-Sánchez, G. y Benítez-Andrés, E. (2025). The Impact of R&D Investment on Economic Growth: Evidence from Panama Using Elastic Net and Bootstrap Techniques. *Economies*, 13(10), 293. <https://doi.org/10.3390/economies13100293>

- Habibi, F. y Amjad, M. (2020). Digitalization, education and economic growth: A comparative analysis of Middle East and OECD countries. *Technology in Society*, 63, 101370. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101370>
- Hameed, M. (2024). Green Technology and Its Impact on Economic Sustainability after 2020. *PIssue*, 79, 373–349. <https://doi.org/10.58298/792024632>
- Hartley-Ballesteros, R. (2021). Diferentes perspectivas sobre teoría económica. *Revista de Ciencias Económicas*, 39(1), 71–106. <https://doi.org/10.15517/rce.v39i1.47633>
- He, W., He, S. y Hou, H. (2024). Digital economy, technological innovation, and sustainable development. *Plos One*, 19(7), e0305520. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0305520>
- Huang, B., Tani, M., Wei, Y. y Zhu, Y. (2022). Returns to education in China: Evidence from the great higher education expansion. *China Economic Review*, 74, 101804. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2022.101804>
- Huang, C.-Y., Lai, C.-C. y Peretto, P. (2025). Public R&D, private R&D and growth: A Schumpeterian approach. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 236, 1070087. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2025.107087>
- Jaramillo, B. (2023). Relación entre publicaciones científicas vs. gastos en investigación y desarrollo (I+D). *Revista de Ciencia Sociales y Económicas*, 7(2), 58–66. <https://doi.org/10.18779/csye.v7i2.664>
- Jerónimo-Cano, E. y Juárez-Hernández, L. (2018). El índice de la Economía del Conocimiento: una propuesta para su cálculo a nivel municipal. *Espacios*, 39(53), 21–27. <https://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-21.pdf>
- Jiménez, B. y Ramos, J. (2025). Inversión en ciencia y tecnología y su influencia en el crecimiento económico de Panamá durante el periodo 2000-2020. *Revista Plus Economía*, 13(1), 83–115. <https://doi.org/10.59722/pluseconomia.v13i1.866>
- Jin, J. (2025). Research productivity of scientists in Asia for the growth of nations. *Journal of Asian Economics*, 99, 101953. <https://doi.org/10.1016/j.asieco.2025.101953>
- Juanes, A., Sánchez, D., Sáez, C. y Vicente, F. (2021). *Ciencia, técnica y tecnología en la historia*. Ediciones Universidad de Salamanca. <https://doi.org/10.14201/0AQ0309>

- Kaneva, M. y Untura, G. (2017). Innovation indicators and regional growth in Russia. *Economic change and Restructuring*, 50(2), 133–159. <https://doi.org/10.1007/s10644-016-9184-z>
- Khan, A., Khan, T. y Ahmad, M. (2025). The role of technological innovation in sustainable growth: Exploring the economic impact of green innovation and renewable energy. *Environmental Challenges*, 18, 101109. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2025.101109>
- Li, H., Li, Q., Xu, Z. y Ye, X. (2024). Digital technologies. *Journal of Digital Economy*, 3, 240–248. <https://doi.org/10.1016/j.jdec.2025.02.001>
- Li, Y., Zhao, X. y Wang, B. (2024). Public education expenditure and corporate human capital: Evidence from China. *Finance Research Letters*, 60, 104926. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.104926>
- Liu, Z., Chen, S., Tang, T., Luo, H. y Guan, Q. (2024). How public education investment and advanced human capital structure affect regional innovation: A spatial econometric analysis from the perspective of innovation value chain. *Socio-Economic Planning Sciences*, 91, 101800. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2023.101800>
- Ma, X., Gryshova, I., Khaustova, V., Reshetnyak, O., Shcherbata, M., Bobrovnyk, D. y Khaustov, M. (2022). Assessment of the Impact of Scientific and Technical Activities on the Economic Growth of World Countries. *Sustainability*, 14(21), 14350. <https://doi.org/10.3390/su142114350>
- Malvicino, P. (2022). Transformaciones sociales y culturales en comunidades rurales argentinas. *Revista Sociales*, 8(2), 68–82. <http://revele.uncoma.edu.ar/htdoc/revele/index.php/Sociales/article/view/4200/PDF>
- Mankiw, G. (2024). *Principles of Economics*. Cengage. <https://repository.gctu.edu.gh/items/show/1644>
- Maradana, R., Pradhan, R., Dash, S., Gaurav, K., Jayakumar, M. y Chatterjee, D. (2017). Does innovation promote economic growth? Evidence from European countries. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 6(1), 1–23. <https://doi.org/10.1186/s13731-016-0061-9>
- Martínez-Garduño, K., Martines-Arano, H. y Ojeda-Misses, M. (2024). La tecnología como un nuevo escenario en el desarrollo sustentable. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 12, 9–20. <https://doi.org/10.29057/icbi.v12iEspecial.12136>

Martínez, G. (2023). Technology and financial education: impact of society. *Techno Review. Revista Internacional de Tecnología, Ciencia y Sociedad*, 13(4), 1–8. <https://journals.eaapublishing.org/journal/technorev/article/682>

Martínez, M., Lázaro, P., González, M. y Guerra, R. (2021). Propuesta de indicadores integradores para la autoevaluación de entidades de ciencia, tecnología e innovación. *Bibliotecas. Anales de Investigación*, 17(2), 179–192. <https://revistasbnjm.sld.cu/index.php/BAI/article/view/412>

Martini, E. y Carmina, M. (2025). Digital Inequalities and Access to Technology: Analyzing How Digital Tools Exacerbate or Mitigate Social Inequalities. *Societies*, 15(11), 318. <https://doi.org/10.3390/soc15110318>

Mejía, A. (2019, 27 de mayo). *Origen y evolución de la ciencia y la tecnología*. APROSENA. <https://fundacionapropsena.org/origen-y-evolucion-de-la-ciencia-y-la-tecnologia/>

Mendoza, W. (2025). *Microeconomía y macroeconomía: una introducción*. Fondo Editorial de la PUCP. <https://acortar.link/shorten>

Mohamed, M., Liu, P. y Nie, G. (2022). Do Knowledge Economy Indicators Affect Economic Growth? Evidence from Developing Countries. *Sustainability*, 14(8), 4774. <https://doi.org/10.3390/su14084774>

Mohammedi, W., Mgadmi, N., Abidi, A. y Moussa, W. (2025). The impact of the digital economy on sustainable development in the face of geopolitical risks. *Digital Economy and Sustainable Development*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.1007/s44265-024-00050-5>

Monar, C. (2022). Análisis crítico del presupuesto público (gasto) para la investigación y desarrollo en América Latina y el Caribe. *Encuentros: Revista de Ciencias Humanas, Teoría Social y Pensamiento Crítico*, 1, 108–123. <https://zenodo.org/records/6551042>

Mora, Ó. (2025, 6 de marzo). *El rol estratégico de la tecnología en el desarrollo económico y social de América Latina*. Forbes. <https://forbes.com.mx/el-rol-estrategico-de-la-tecnologia-en-el-desarrollo-economico-y-social-de-america-latina/>

Morales, V. y Robalino-López, A. (2023). Aportes de la tecnología y la innovación en la caracterización del desarrollo local. *Brazilian Journal of Development*, 9(10), 29081–29097. <https://doi.org/10.34117/bjdv9n10-103>

Mormina, M. (2019). Science, technology and innovation as social goods for development: Rethinking research capacity building from Sen's capabilities approach. *Science and Engineering Ethics*, 25(3), 671–692. <https://doi.org/10.1007/s11948-018-0037-1>

Munich Business School. (2024). *Ciclos económicos*. MBSI. <https://www.munich-business-school.de/es/l/diccionario-de-estudios-empresariales/ciclo-economico>

Murillo, F., Vivanco, L. y Teixeira, E. (2024). A systematic literature on business cycles and microeconomics. *GPH-International Journal of Applied Science*, 7(1), 18–33. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10566369>

Myung, S.-K. (2023). How to review and assess a systematic review and meta-analysis article: a methodological study (secondary publication). *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, 20, 1–10. <https://doi.org/10.3352/jeehp.2023.20.24>

Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E. y Villagomez, A. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. Ediciones de la U. <https://acortar.link/ToQ0xZ>

Navas, W., Aquieta, V., Izurieta, B., Casa, A. y Chiliquinga, M. (2022). La innovación tecnológica y su incidencia en la competitividad empresarial, caso de estudio. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 3(2), 1297–1311. <https://doi.org/10.56712/latam.v3i2.185>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2022). *Ethics of Artificial Intelligence*. Unesco. <https://www.unesco.org/en/artificial-intelligence/recommendation-ethics>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2023, 21 de septiembre). *Recommendation on Open Science*. Unesco. <https://www.unesco.org/en/open-science/about>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2024, 14 de mayo). *Growth of digital economy outperforms overall growth across OECD*. OCDE. <https://www.oecd-ilibrary.org/en/about/news/press-releases/2024/05/growth-of-digital-economy-outperforms-overall-growth-across-oecd.html>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2025, 28 de octubre). *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2023*. OCDE. https://www.oecd.org/en/publications/2025/10/oecd-science-technology-and-innovation-outlook-2025_bae3698d/full-report/mobilising-science-technology-and-innovation-policies-for-transformative-change_7c5f5933.html

Pacto Mundial. (2025, 29 de diciembre). *7 formas en las que la tecnología puede contribuir a los ODS*. Pacto Mundial. <https://www.pactomundial.org/noticia/7-formas-en-las-que-la-tecnologia-puede-contribuir-a-los=-ods/#:~:text=Por ejemplo%2C mediante el diseño,en la extinción de incendios.>

Page, M., McKenzie, J., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C., Shamseer, L., Tetzlaff, J., Akl, E., Brennan, S., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J., Hróbjartsson, A., Lalu, M., Li, T., Loder, E., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). CCBY Open access Research Methods & Reporting The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372(71), 1–9. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

Pashchenko, D. (2023). Empresas competitivas de alta tecnología en la industria de tecnología de la información. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI*, 11(24), 37–49. <https://doi.org/10.36825/RITI.11.24.004>

Peng, Y. y Li, J. (2021). The effect of customer education on service innovation satisfaction: The mediating role of customer participation. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 47, 326–334. <https://doi.org/10.1016/j.jhtm.2020.12.014>

Poty, R. (2025). Impacto de la inversión en ciencia y tecnología, para el desarrollo del bienestar social: un análisis económico en América Latina 2013-2024. *Revista de Investigación Multidisciplinaria, Iberoamericana*, 25, 1–17. <https://doi.org/10.69850/rimi.vi1.146>

Proaño, H. (2024). Revisión sistemática sobre innovación y crecimiento económico en países en vías de desarrollo entre 2019-2023. *Revista Ciencia y Tecnología-Para el Desarrollo*, 10(20), 130–140. <https://doi.org/10.37260/rctd.v10i20.10>

Quinde-Rosales, V., Bucaram, R., Bucaram, M. y Silvera, C. (2019). Relación entre el gasto en Ciencia y Tecnología y el Producto Interno Bruto. Un análisis empírico entre América Latina y el Caribe y el Ecuador. *Espacios*, 40(4), 1–7. <http://es.revistaespacios.com/a19v40n04/19400407.html>

Ramírez, I. y Vázquez, D. (2023). Un análisis métrico de la inversión en innovación y su efecto en el crecimiento y el desarrollo económico en México. *NovaRua*, 15(26), 7–23. <https://doi.org/10.20983/novarua.2023.26.1>

Renderos, D. y García, M. (2023). Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación en El Salvador. *Revista Diálogo Interdisciplinario sobre Educación-REDISED*, 5(1), 45–58. <https://revistas.ues.edu.sv/index.php/redised/article/view/3033>

- Reyes, G. (2023). Desarrollo sostenible como principal impulsor del crecimiento económico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 9918–9928. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.6093
- Riché, P. (2025, 13 de octubre). Philippe Aghion, 2025 Nobel in economics laureate: “The key factor of economic power is technological leadership”. *Le Monde*. https://www.lemonde.fr/en/international/article/2025/10/13/2025-nobel-winner-philippe-aghion-the-key-factor-of-economic-power-is-technological-leadership_6746390_4.html
- Rincón, I., Rengifo, R., Hernández, C. y Prada, R. (2022). Educación, innovación, emprendimiento, crecimiento y desarrollo en América Latina. *Revista de Ciencias Sociales*, 28(3), 110–128. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8526446>
- Rodríguez, A. y Núñez, J. (2021). El sistema de ciencia, tecnología e innovación y la actualización del modelo de desarrollo económico de Cuba. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(4), 7–19. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000400007
- Sanabria, S. (2022). Technological Progress and Economic Inequalities: An Empirical Approach for Colombia (1974-2015). *Apuntes del Cenes*, 41(73), 83–111. <https://doi.org/10.19053/01203053.v41.n73.2022.13524>
- Sánchez, D., De la Cruz, R., López, L. y Roman-Acosta, D. (2023). Fundamentals and applications of research methodology: Approaches, phases and scientific validity. *Seminars in Medical Writing and Education*, 2(2), 158. <https://mw.ageditor.ar/index.php/mw/article/view/158>
- Sánchez, M., Gutiérrez, C. y Plúas, C. (2024). La inversión en I+D. ¿Es suficiente para incrementar el crecimiento económico? Un análisis a través de datos de panel dinámicos. *Economía y Política*, 11(1), 73–104. <https://doi.org/10.15691/07194714.2024.003>
- Širá, E., Vavrek, R., Kravčáková, I. y Kotulič, R. (2020). Knowledge Economy Indicators and Their Impact on the Sustainable Competitiveness of the EU Countries. *Sustainability*, 12(10), 4172. <https://doi.org/10.3390/su12104172>
- Soatmurodovich, E. (2024). The role of information and communication technologies in the development of society. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 4(7), 8–10. <https://mjstjournal.com/index.php/mjst/article/view/1715>

Suárez-Amaya, W., Correa, S., Costa, C. y Burgos, A. (2022). Gestión de la educación virtual. Alcances registrados en las principales bases de datos bibliográficas. *Fronteira: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, 11(4), 271–287. <https://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/fronteiras/article/view/6555>

Teixeira, A. y Queirós, A. (2016). Economic growth, human capital and structural change: A dynamic panel data analysis. *Research Policy*, 45(8), 1636–1648. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.04.006>

Tello, M. (2025). Investigación y desarrollo interna y externa e impactos sobre la innovación y productividad. *Revista de Análisis Económico*, 40(1), 85–110. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-88702025000100085>

Torres, J. (2022). *Introducción a la economía*. Ediciones Pirámide. <https://acortar.link/OXGwci>

Universidad Internacional de la Rioja. (2025, noviembre). *Indicadores económicos: qué son, cuáles son y su importancia*. UNIR. <https://ecuador.unir.net/actualidad-unir/indicadores-economicos/>

Universitat Carlemany. (2025, 24 de noviembre). *Economía sostenible: qué es, principios clave y ejemplos aplicados*. Universitat Carlemany. <https://www.universitatcarlemany.com/actualidad/blog/5-ejemplos-de-desarrollo-sostenible-ambiental/>

Uribe, J. (2019). Una perspectiva de la innovación tecnológica en Latinoamérica. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 11(20), 101–125. <https://doi.org/10.22430/21457778.1214>

UTEC. (2023, 23 de enero). *¿Qué es la ciencia y la tecnología y cuál es su importancia?* UTEC. <https://utec.edu.pe/blog-de-carreras/utec/cual-es-la-importancia-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-en-la-humanidad>

Vallejo, N. (2019). La ciencia y la tecnología en la sociedad contemporánea, una perspectiva desde la bioética. *Visión Empresarial*, 9, 151–162. <https://doi.org/10.32645/13906852.877>

Venkatesh, V. (2025, 31 de julio). *The Impact of Technology on Economic Development*. Daily News Impact. <https://www.dailynewsimpact.com/economy/the-impact-of-technology-on-economic-development/>

Villar, J. y Campo, J. (2024). Análisis empírico de la relación entre investigación, desarrollo, innovación, y crecimiento económico en países OCDE. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 37, 1–13. <https://doi.org/10.46661/rev.metodoscuant.econ.empresa.7900>

Walport, M. y Rothwell, N. (2027). *Letter to the Prime Minister on helping UK science and technology companies to grow*. Council for Science and Technology. https://www.gov.uk/government/publications/helping-uk-science-and-technology-companies-to-grow/letter-to-the-prime-minister-on-helping-uk-science-and-technology-companies-to-grow-html?utm_source=chatgpt.com

World Bank. (2023). *Partnership Fund for the Sustainable Development Goals*. World Bank. <https://www.worldbank.org/en/programs/partnership-fund-for-the-sustainable-development-goals/overview>

Zagler, M. (2017). Empirical evidence on growth and business cycles. *Empirica*, 44(3), 547–566. <https://doi.org/10.1007/s10663-016-9336-4>

Zamora, M., Jiménez, A., Sánchez, C. y Pérez, A. (2025). Indicadores de ciencia, tecnología e innovación, potencial humano joven y desarrollo económico social en Cuba. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*, 9, e345–e345. <https://zenodo.org/records/15243334>

Zhang, W., Zhao, S., Wan, X. y Ya, Y. (2021). Study on the effect of digital economy on high-quality economic development in China. *PloS One*, 16(9), e0257365. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257365>

Zheng, J., Guo, M. y Lo, K. (2025). Shaping sustainability: Circular economy development through digital technology innovation. *Journal of Innovation & Knowledge*, 10(5), 100784. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2025.100784>

SOBRE LOS AUTORES

Efraín Elí Esteban Churampi

Universidad Nacional Agraria de la Selva
<https://orcid.org/0000-0001-6066-8924>

Jimmy Roshimber Bazan Rivera

Universidad Nacional Agraria de la Selva
<https://orcid.org/0000-0001-7544-2901>

Jhon Kenet Aguilar Guizado

Universidad Nacional Agraria de la Selva
<https://orcid.org/0000-0002-2988-2348>

Alan Dennis López López

Universidad Nacional Agraria de la Selva
<https://orcid.org/0000-0002-3483-1510>

Fernando Alberto Santiago Mantare

Universidad Nacional Agraria de la Selva
<https://orcid.org/0000-0003-3060-086X>

CRECIMIENTO ECONÓMICO Y DESARROLLO:

EL PAPEL DE LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN
DESDE LOS INDICADORES ECONÓMICOS



www.arcoeditores.com
contato@arcoeditores.com
(55)99723-4952

ARCO
EDITORES ● ● ●