

ECOSISTEMAS DE INNOVACIÓN: SEGMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PAÍSES DE LA OCDE

Leonardo Reyes Ayala, Karina Guadalupe Cortina Calderón
y Francisco Isaí Morales Sáenz^a

Fecha de recepción: 18 de diciembre de 2024. Fecha de aceptación: 6 de junio de 2025.

<https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2025.222.70316>

Resumen. El presente estudio examina los patrones de innovación entre países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) utilizando datos del Índice Global de Innovación 2023. Se contribuye al campo empleando la aplicación de un análisis factorial exploratorio combinado con análisis de clústeres jerárquicos con el método de Ward, proporcionando una taxonomía fundamentada de los ecosistemas de innovación en economías desarrolladas. A diferencia de estudios previos, este trabajo usa reducción dimensional y clústeres para tipificar capacidades innovadoras, mediante una tipología de tres dimensiones clave y tres clústeres distintivos de países. Los resultados revelaron patrones diferenciados de capacidades innovadoras entre los países, destacando la importancia del entorno institucional, la infraestructura, y la sostenibilidad en el desempeño innovador.

Palabras clave: ecosistemas de innovación; análisis clúster; capacidad de innovación; países OCDE; tipología de innovación.

Clasificación JEL: O31; O57; C38.

INNOVATION ECOSYSTEMS: SEGMENTATION AND ANALYSIS OF OECD COUNTRIES

Abstract. This study examines innovation patterns among Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) member countries using data from the 2023 Global Innovation Index. It contributes to the field by applying exploratory factor analysis combined with hierarchical cluster analysis using Ward's method, which provides an informed taxonomy of innovative ecosystems in developed economies. Unlike previous studies, this paper uses dimensional reduction and clusters to categorize innovative capabilities using a three-dimensional typology and three distinctive country clusters. The results revealed differentiated patterns of innovative capabilities among countries, emphasizing the importance of the institutional environment, infrastructure and sustainability in innovative performance.

Key words: innovative ecosystems; cluster analysis; innovative capabilities; oecd countries; innovation typology.

^a Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. Correos electrónicos: lreyes@uat.edu.mx, kcortina@uat.edu.mx y fmsaenz@uat.edu.mx, respectivamente.

1. INTRODUCCIÓN

La innovación se considera un pilar fundamental para el desarrollo económico y social en un mundo cada vez más globalizado (Nakano *et al.*, 2022; Cui y Li, 2022). Bajo este contexto, los países se encuentran en una búsqueda constante de estrategias efectivas para fortalecer y potenciar sus ecosistemas de innovación (Huang *et al.*, 2023). La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), que agrupa algunas de las economías más avanzadas y dinámicas del mundo, se presenta como un terreno fértil para analizar y comprender cómo es que la innovación y la creatividad contribuyen al crecimiento económico y al bienestar social de las naciones.

Las naciones líderes en innovación no sólo disfrutan de una ventaja económica, sino también establecen estándares y prácticas que repercuten a lo largo de cadenas de valor internacionales y ecosistemas empresariales (Liao *et al.*, 2023; Rossi *et al.*, 2023). Esta dinámica resalta la importancia estratégica de la innovación como un elemento crucial que trasciende fronteras geográficas y sectores económicos (Serrano, 2016). La capacidad para innovar determina cómo las naciones pueden adaptarse a los cambios rápidos y a menudo disruptivos en la economía mundial, mismo que es crucial para sostener el crecimiento económico y el progreso social a largo plazo (Giraldo *et al.*, 2024; Huang, 2024).

Desde una perspectiva metodológica, la selección de los países de la OCDE como objeto de análisis responde a criterios específicos y fundamentos teóricos, pues presentan homogeneidad en los sistemas de recolección de datos y comparabilidad en indicadores de innovación, elementos esenciales para análisis multivariantes robustos. Teóricamente la OCDE constituye un conjunto de economías con niveles de desarrollo similares que han alcanzado umbrales críticos de capacidad institucional e infraestructura tecnológica, lo que permite identificar patrones de innovación diferenciados sin las distorsiones que introducirían economías con disparidades estructurales extremas. En adición, los países de la OCDE representan aproximadamente 70% del PIB mundial y concentran la mayor proporción de inversión global en I+D, constituyendo un espacio analítico relevante para comprender las dinámicas de innovación que serán difundidas después hacia otras economías.

A pesar de contar con literatura sobre innovación, existe una brecha en la comprensión de cómo los diferentes componentes de innovación interactúan específicamente en el contexto de los países de la OCDE, por lo que, surgió la siguiente pregunta de investigación: ¿cuáles son los patrones de innovación

que se observan entre los países miembros de la OCDE y cómo se pueden agrupar estos países con relación a sus capacidades de innovación?

Esta investigación parte del supuesto de que los países de la OCDE presentan configuraciones diferenciadas en sus capacidades de innovación, que pueden ser agrupadas en patrones distintivos basados en tres dimensiones latentes: fortaleza institucional y creatividad, infraestructura y capital para la innovación, y sostenibilidad y difusión del conocimiento.

Asimismo, se propone también que existe una segmentación natural de los países OCDE en tres grupos diferenciados, según sus perfiles de innovación: líderes integrales con fortalezas equilibradas en todas las dimensiones, especialistas institucionales con ventajas comparativas en entorno regulatorio y creatividad, y países con capacidades emergentes concentradas en sostenibilidad y difusión del conocimiento.

Para abordar este aspecto, el objetivo del estudio se centró en analizar los subíndices de innovación en los países de la OCDE, tomando como referencia el Índice Global de Innovación 2023, que evalúa el desempeño de los ecosistemas de innovación a nivel mundial (Coutinho y Au-Yong-Oliveira, 2023). Mediante la aplicación de técnicas de reducción de dimensiones y análisis de conglomerados, se planteó identificar agrupaciones estratégicas de países y examinar las diferencias significativas entre ellos en términos de su capacidad innovadora.

La justificación para el desarrollo de estudio radica en su contribución metodológica y práctica a la literatura existente, ya que al emplear un análisis factorial exploratorio y un análisis de clúster de conglomerados, la investigación proporciona una comprensión más profunda de las complejas interacciones entre las variables que impulsan la innovación. Además, al revelar cómo es que los países de la OCDE se agrupan en torno a estas dimensiones, se aportan perspectivas prácticas para el desarrollo de políticas diferenciadas y se ofrece un marco para la colaboración internacional y el *benchmarking* estratégico. Esta investigación tiene la intención de servir como un instrumento analítico para los responsables de la formulación de políticas, investigadores y empresarios, ofreciendo una perspectiva detallada de los ecosistemas de innovación de los países miembros de la OCDE.

El trabajo se compone de seis secciones, incluyendo esta introducción: en la segunda sección se describe el marco teórico y contextual, y se desarrollan los fundamentos conceptuales de los ecosistemas de innovación; la tercera sección describe el diseño de investigación, la selección de indicadores y la estrategia analítica empleada; la cuarta sección presenta los hallazgos del análisis factorial y de conglomerados; mientras que la discusión, interpretación

de los resultados y validación del marco conceptual propuesto se presenta en la quinta sección; la última sección sintetiza las contribuciones teóricas e implicaciones para política de innovación.

2. MARCO TEÓRICO Y CONTEXTUAL

La comprensión moderna de la innovación tiene sus raíces en las teorías clásicas, entre las cuales destaca la contribución seminal de Schumpeter (1942). Su concepto de “destrucción creativa” revolucionó la comprensión del desarrollo económico, argumentando que la innovación no sólo impulsa la creación de nuevos productos y procesos, sino que también conduce a la transformación o desaparición de los existentes. Este proceso constituye el motor del cambio y el progreso económico en el sistema capitalista, donde los ciclos de renovación económica y las transformaciones en la estructura de mercado se entrelazan estrechamente con la aparición de la innovación (Markard, 2020).

Complementando la visión de Schumpeter (1942), sobre los mecanismos de innovación, Rogers (2003) aportó una perspectiva social al fenómeno innovador. Su teoría de la difusión de innovaciones examina cómo las nuevas ideas o tecnologías se adoptan y se extienden dentro de una sociedad, enfatizando el proceso a través del cual los miembros de una comunidad o grupo social adquieren las innovaciones, destacando los factores cruciales que influyen en este proceso. Esta perspectiva social de la innovación sienta las bases para comprender cómo las innovaciones trascienden el ámbito individual para convertirse en fenómenos sistémicos, lo que condujo al análisis de los sistemas nacionales de innovación.

El concepto de Sistemas Nacionales de Innovación (SNI) constituye un elemento teórico fundamental para comprender la vigorosidad y dirección de la innovación empresarial y nacional. Desarrollado inicialmente por Freeman (1987) y posteriormente detallado por Lundvall (1992) y Nelson (1993), los SNI se definen como redes interconectadas de instituciones públicas y privadas cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías (Freeman, 1987). Los SNI operan bajo el principio de que la innovación resulta de procesos interactivos complejos entre múltiples actores, incluyendo empresas, universidades, institutos de investigación, agencias gubernamentales y organizaciones financieras. La efectividad de estos sistemas depende no sólo de los componentes individuales, sino crucialmente de la calidad de las interconexiones, los flujos de conocimiento y los mecanismos de coordinación entre actores (Lundvall, 2007).

En el contexto específico de países desarrollados como los de la OCDE, los SNI presentan características que los diferencian de economías emergentes: instituciones consolidadas de educación superior e investigación; marcos regulatorios estables que protegen la propiedad intelectual; mercados de capital desarrollados para financiar innovación, e infraestructura tecnológica avanzada que facilita la transferencia de conocimiento (Edquist, 2005). Estas características constituyen el fundamento para el desarrollo de lo que la literatura contemporánea denomina ecosistemas de innovación.

Evolucionando desde los conceptos de sistemas nacionales, el concepto de ecosistemas de innovación representa una evolución conceptual que incorpora elementos de teoría de sistemas complejos y perspectivas de red. Los ecosistemas de innovación son sistemas abiertos formados y expandidos por un consorcio de innovación centrado en empresas que incluye universidades, inversionistas, industria, gobierno y otras combinaciones de partes interesadas a través de reacciones de agrupamiento de elementos de innovación, cadenas de valor de innovación y redes de valor, incluyendo subclústeres de innovación en evolución dinámica de investigación, desarrollo y aplicación (Huang *et al.*, 2023).

Esta definición operacional distingue los ecosistemas de innovación de conceptos relacionados mediante tres características distintivas que resultan fundamentales para el presente análisis:

Centralidad empresarial: a diferencia de los SNI que adoptan una perspectiva nacional, los ecosistemas de innovación se organizan alrededor de núcleos empresariales específicos que actúan como catalizadores de la actividad innovadora.

Dinámicas de agrupamiento: los ecosistemas exhiben propiedades emergentes derivadas de “reacciones de agrupamiento” (*clustering reactions*) que generan sinergias localizadas y efectos de red.

Evolución adaptativa: los ecosistemas de innovación se caracterizan por subclústeres dinámicamente evolutivos que se adaptan continuamente a cambios tecnológicos y de mercado.

Para efectos de la presente investigación, se adoptó la definición operacional que conceptualiza los ecosistemas de innovación como configuraciones multidimensionales de capacidades institucionales, infraestructura tecnológica y mecanismos de difusión del conocimiento que determinan el desempeño innovador agregado de una economía nacional, que además se complementa con desarrollos teóricos sobre innovación abierta y colaboración intersectorial.

En paralelo con estos desarrollos conceptuales, Drucker (1993) enfatiza que los ecosistemas de innovación prosperan en ambientes donde el cono-

cimiento se comparte y utiliza para crear valor, destacando la colaboración como un pilar fundamental de este proceso. En esta misma línea, las redes y la colaboración intersectorial, que incluyen empresas, academia y gobiernos, se han convertido en factores críticos para fomentar un ambiente propicio para la innovación (Bodin, 2017).

Chesbrough (2003) propone el concepto de innovación abierta, argumentando que la integración de ideas y tecnologías externas con recursos internos es vital para el proceso de innovación. Este paradigma fomenta un ecosistema de innovación más inclusivo y diverso, donde la cooperación entre diferentes entidades se equilibra con una competencia saludable.

La gestión del conocimiento se erige como un elemento crítico para la colaboración efectiva entre diversos actores, incluyendo la academia, el sector público, el sector productivo y la sociedad civil (Toro *et al.*, 2022). Esta gestión no sólo facilita la articulación coherente de las acciones de estos actores, sino que también subraya la necesidad de profundizar en estudios que optimicen la eficacia de los equipos y potencien la integración del conocimiento en las instituciones.

Estos fundamentos teóricos conducen naturalmente a la necesidad de operacionalizar los ecosistemas de innovación a través de indicadores específicos que capturen sus múltiples dimensiones constitutivas. Basándose en la literatura sobre SNI y ecosistemas de innovación, se identifican tres dimensiones teóricas fundamentales que estructuran el análisis empírico del presente estudio.

La primera dimensión, denominada Entorno Institucional y Creatividad, captura la calidad del marco institucional que sostiene la actividad innovadora. Incluye la efectividad de las instituciones formales (marcos regulatorios, protección de propiedad intelectual) e informales (cultura empresarial, normas sociales que favorecen la innovación). Los indicadores seleccionados abarcan el entorno institucional, regulatorio y empresarial, junto con manifestaciones de creatividad digital, reflejando la conceptualización de North (1990) sobre el papel de las instituciones en la actividad económica.

La segunda dimensión, Infraestructura y Capital para la Innovación, operacionaliza la capacidad material y financiera disponible para sostener procesos innovadores. Incorpora elementos de infraestructura física (TICS, infraestructura general), capital humano especializado (trabajadores del conocimiento), recursos financieros (crédito, inversión) y sofisticación de mercados. Esta conceptualización se fundamenta en la teoría del crecimiento endógeno (Romer, 1990) que enfatiza el papel del capital físico y humano en la generación de innovación.

La tercera dimensión, Sostenibilidad y Difusión del Conocimiento, captura mecanismos y resultados de la transferencia y aplicación del conocimiento innovador. Incluye indicadores de creación, impacto y difusión del conocimiento, así como consideraciones de sostenibilidad ecológica y creatividad en bienes y servicios. Esta dimensión se fundamenta en teorías de *spillovers* de conocimiento (Jaffe *et al.*, 1993) y considera la creciente importancia de la innovación sostenible en economías desarrolladas.

La validación empírica de este marco conceptual requiere contextualizarlo dentro de los antecedentes de investigación existentes. La revisión de literatura realizada por Rodríguez y Quintero (2021) pone de manifiesto que la mayoría de los estudios sobre capacidades de innovación se concentran en países desarrollados. Sin embargo, al analizar las capacidades de innovación empresarial en el contexto América Latina, se encontraron variables heterogéneas que varían según los países y los contextos específicos estudiados.

Estudios recientes utilizan diversas aproximaciones metodológicas para analizar patrones de innovación. Polyakov (2024), por ejemplo, identificó clústeres de innovación en países líderes del Índice Global de Innovación utilizando métodos de análisis multivariante, encontrando diferenciaciones significativas en los ecosistemas de innovación en el contexto competitivo global. Sin embargo, este estudio se enfocó en países líderes sin considerar la heterogeneidad específica dentro del grupo OCDE. Complementariamente, Coutinho y Au-Yong-Oliveira (2023) emplearon análisis descriptivos del Índice Global de Innovación y del Cuadro Europeo de Indicadores de Innovación para Portugal; mientras que Sohn *et al.* (2015) abordan modelos de ecuaciones estructurales para analizar las relaciones entre componentes del Índice Global de Innovación.

En el caso de este estudio, se diferencia de investigaciones previas al aplicar técnicas de análisis factorial exploratorio combinadas con análisis de clústeres jerárquicos específicamente en países de la OCDE, proporcionar además una tipología empíricamente fundamentada de ecosistemas de innovación basada en dimensiones latentes, e integra consideraciones de sostenibilidad en el análisis de capacidades innovadoras, elemento escasamente abordado en estudios comparativos previos. La elección de los países de la OCDE, como objeto de este estudio, se fundamenta en las recomendaciones de investigaciones previas, como la realizada por Bate *et al.* (2023), quienes resaltan la necesidad de un análisis más detallado y estratificado del desempeño en materia de innovación, esta recomendación resulta particularmente relevante porque los autores identificaron que los análisis globales o regionales amplios tienden a ocultar las disparidades significativas en las capacidades innovadoras entre países con

niveles de desarrollo similares; al enfocarse en los países de la OCDE, se puede realizar una comparación más homogénea y rigurosa, ya que estos países comparten características institucionales, economías y regulatorias comparables lo que permite aislar mejor los factores específicos que impulsan o limitan la innovación.

La interacción entre teorías clásicas y tendencias contemporáneas de la innovación subraya la importancia de entenderla en un contexto globalizado y tecnológicamente avanzado, proporcionando la base conceptual para el análisis empírico que constituye el objetivo central del presente estudio y que se desarrolla a continuación.

3. MÉTODO

La presente investigación adopta un diseño cuantitativo descriptivo-explicativo basado en análisis multivariante. El estudio emplea un enfoque de investigación exploratoria que busca identificar estructuras latentes en los datos mediante técnicas de reducción dimensional y análisis de conglomerados, permitiendo la construcción de una tipología empíricamente fundamentada de ecosistemas de innovación.

El análisis usa datos del Índice Global de Innovación 2023 (Global Innovation Index, GII, por sus siglas en inglés) en lugar de la versión 2024 debido a razones metodológicas específicas que garantizan la robustez de los resultados. En primer lugar, el GII 2023 ofrece una mayor estabilidad temporal, ya que incorpora datos con un periodo de estabilización suficiente para los países de la OCDE, evitando así la volatilidad derivada de ajustes metodológicos recientes presentes en la versión 2024. Además, la versión 2023 garantiza una mayor consistencia en las series de tiempo, ya que los indicadores seleccionados mantienen continuidad metodológica con años anteriores, fundamental para asegurar la comparabilidad entre países. Por último, al momento del diseño de la investigación, en el primer trimestre de 2024, el GII 2023 presentaba una disponibilidad completa de los datos requeridos para los 36 países de la OCDE incluidos en el estudio.

La selección de las variables de análisis requirió el establecimiento de criterios rigurosos que aseguraran la validez conceptual y empírica del estudio. Los criterios de selección de indicadores del GII 2023 se fundamentaron en su capacidad para operacionalizar las dimensiones teóricas identificadas en el marco conceptual. Se seleccionaron 19 indicadores que abarcan aspectos cruciales de los ecosistemas de innovación: instituciones, capital humano,

infraestructura, sofisticación de mercados y negocios, productos de conocimiento y tecnología, y salidas creativas. Esta selección se justifica teórica y empíricamente: los indicadores seleccionados presentan correlaciones significativas con medidas de desempeño innovador en estudios previos (Al-Sudairi y Bakry, 2014; Sohn *et al.*, 2015), cubren las tres dimensiones conceptuales identificadas en el marco teórico, y garantizan disponibilidad y comparabilidad para todos los países OCDE incluidos en el análisis.

Establecidos los criterios de selección, la estrategia analítica se estructuró en dos fases complementarias que permitieran responder a los objetivos planteados: la primera emplea análisis factorial exploratorio para identificar las dimensiones latentes subyacentes en los datos, mientras que la segunda utiliza el análisis de conglomerados para desarrollar una tipología de países basada en estas dimensiones identificadas.

Para la identificación de dimensiones latentes, se implementó un análisis factorial exploratorio mediante el método de componentes principales con rotación ortogonal Varimax (Field, 2013), la selección de esta técnica se justifica por su capacidad para identificar dimensiones latentes subyacentes en conjuntos complejos de variables.

Los criterios de adecuación muestral incluyen la prueba de esfericidad de Bartlett, que se utiliza para evaluar la presencia de correlaciones significativas entre las variables, siendo necesario un valor de significancia p menor a 0.001 para considerar adecuada la aplicación del análisis factorial. Por su parte, la medida Kaiser-Meyer-Olkin (κ_{MO}) cuantifica la adecuación de la matriz de correlaciones, y se considera aceptable un valor superior a 0.7, de acuerdo con los criterios establecidos por Field (2013).

La determinación del número óptimo de componentes a retener se basa en la convergencia de varios criterios metodológicos que aseguran la robustez de la solución factorial; la decisión de retener tres componentes se fundamenta en la aplicación del criterio de Kaiser (1960), que recomienda conservar aquellos componentes con autovalores superiores a 1.0. Además, los tres primeros componentes deben explicar al menos el 60% de la varianza total, superando el umbral considerado adecuado para estudios exploratorios en ciencias sociales, según lo establecido por Hair *et al.* (2008). A ello se suma la coherencia teórica de los componentes extraídos, que deben guardar correspondencia con las dimensiones conceptuales planteadas en el estudio, y finalmente, el gráfico de sedimentación debe mostrar un claro punto de inflexión después del tercer componente, lo que refuerza la solidez de la decisión.

Tras ser identificadas las dimensiones latentes mediante análisis factorial, se implementó un análisis de clúster jerárquico utilizando el método de Ward

con distancia euclidiana al cuadrado, una combinación metodológica adecuada para el tipo de datos analizados; el método de Ward se seleccionó por su capacidad para minimizar la suma de cuadrados dentro de cada grupo, lo que optimiza la homogeneidad interna y la heterogeneidad entre grupos, favoreciendo una partición eficiente del conjunto de datos (Ward, 1963; Murtagh y Legendre, 2014).

La distancia euclidiana al cuadrado resulta apropiada para variables continuas estandarizadas, ya que proporciona una medida directa de disimilitud geométrica entre observaciones, además, el enfoque jerárquico permite visualizar el proceso de agrupamiento mediante un dendrograma, lo que facilita la identificación del número óptimo de clústeres y la interpretación estructurada de los resultados.

La decisión de establecer tres clústeres se sustenta en una combinación de criterios estadísticos y teóricos, el criterio del codo, aplicado al análisis de la función objetivo, permite identificar un punto de inflexión en la suma de cuadrados dentro de los grupos, lo que señala una solución que minimiza la pérdida de información sin sobreajustar el modelo. Desde una perspectiva conceptual, la solución de tres grupos debe ofrecer una diferenciación coherente con la literatura sobre tipologías de sistemas de innovación, lo que respalda su interpretabilidad substantiva; adicionalmente, el análisis de los coeficientes de aglomeración debe revelar saltos significativos que indican fusiones entre clústeres claramente diferenciados, reforzando la solidez de esta partición.

Posterior al análisis jerárquico, se aplicó análisis *K*-medias como método de validación y refinamiento de la solución; este procedimiento dual permite aprovechar las ventajas del método jerárquico para determinar el número de grupos, utilizar *K*-medias para optimizar la asignación final de países a clústeres, y evaluar la estabilidad de la solución mediante comparación entre métodos, la concordancia entre ambos métodos debe superar el 90% para considerar válida la solución de clústeres.

La validación estadística de las diferencias entre clústeres se realiza mediante un análisis de varianza (ANOVA) multivariante que confirma que las agrupaciones representan diferencias significativas en lugar de artefactos metodológicos. Esta técnica proporciona validación estadística de la tipología desarrollada, asegurando que los grupos identificados presenten diferencias estadísticamente significativas en las dimensiones analizadas.

Previo a todos los análisis, se implementan procedimientos de preparación de datos que aseguran la validez de los resultados, todas las variables fueron estandarizadas mediante puntuaciones *Z* (media=0, desviación estándar=1)

para garantizar comparabilidad entre indicadores con diferentes escalas de medición y evitar sesgos derivados de magnitudes disímiles, el análisis se realizó utilizando el software estadístico SPSS v24, seleccionado por su robustez en análisis multivariante, capacidad de manejo de conjuntos de datos complejos, y disponibilidad de procedimientos especializados para análisis factorial y de conglomerados (Hair *et al.*, 2008; Field, 2013).

Es importante reconocer las limitaciones metodológicas inherentes al diseño adoptado para contextualizar adecuadamente los resultados obtenidos. El diseño presenta limitaciones específicas como: análisis transversal que no captura dinámicas temporales de innovación, dependencia de indicadores disponibles en el GII 2023 sin incorporación de variables contextuales adicionales, y enfoque en países OCDE que limita la generalización a otros contextos económicos. Estas limitaciones, sin embargo, no comprometen la validez interna del estudio, pero deben considerarse al interpretar la generalización de los hallazgos.

4. RESULTADOS

De acuerdo con Hair *et al.* (2008), el análisis factorial se presenta como una técnica multivariante robusta, cuya principal función es mostrar la estructura que subyace en un conjunto de datos complejos, permitiendo agruparlas en conjuntos cohesivos que exhiben una correlación mutua significativa, es decir, revela patrones subyacentes de asociación entre las variables de estudio. La implementación de este método facilita la identificación de las dimensiones de innovación en los países de estudio, así como de las variables específicas que se alinean con cada una de estas dimensiones.

Para ello, es preciso determinar la correlación matricial de la esfericidad de Bartlett (1950), la cual provee la probabilidad o prueba estadística para analizar la presencia de correlaciones significativas entre las variables. Los resultados obtenidos fueron significativos a niveles de $p < 0.001$, es decir, adecuado para el análisis factorial, que requieren al menor $p < 0.05$. En cuanto a la prueba KMO, que mide la adecuación de los datos a fin de cuantificar el grado de las correlaciones entre las variables, alcanzó un valor de 0.757 que de acuerdo con Field (2013), es adecuado para el análisis factorial (véase tabla 1).

Acto seguido se ejecutará el modelo de análisis factorial de componentes principales que, de acuerdo con Hair *et al.* (1998), considera a la varianza total y estima los factores que contienen proporciones bajas de la varianza única. A partir de lo anterior, se realizó la rotación ortogonal con el método Varimax

(Field, 2013). La tabla 2 muestra la reducción a tres componentes, cubriendo un total del 69.651% de la varianza total del fenómeno, por lo cual se considera como bueno, puesto que es un estudio exploratorio.

Tabla 1. Prueba de KMO y Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo	.757
Prueba de esfericidad de Bartlett	
Aprox. Chi-cuadrado	587.147
gl	171
Sig.	.000

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción			Sumas de cargas al cuadrado de la rotación		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	8.966	47.188	47.188	8.966	47.188	47.188	6.903	36.331	36.331
2	2.545	13.396	60.584	2.545	13.396	60.584	3.563	18.750	55.081
3	1.723	9.068	69.651	1.723	9.068	69.651	2.768	14.570	69.651

Nota: método de extracción: análisis de componentes principales.

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 3 se observan los resultados del análisis de componentes principales, que demuestran la proporción de la varianza de cada variable que es capturada por los componentes identificados. De tal forma que, las comunilidades son muy cercanas a la unidad, por lo que se puede tener un alto grado de fiabilidad de los resultados.

En tanto, la tabla 4 muestra el análisis de los componentes principales, en la que se revelan los tres factores agrupados dentro del análisis.

Tabla 3. Comunalidades

	<i>Inicial</i>	<i>Extracción</i>
Entorno institucional	1.000	.921
Entorno regulatorio	1.000	.750
Entorno empresarial	1.000	.770
Innovación y desarrollo	1.000	.871
TICs	1.000	.540
Infraestructura general	1.000	.632
Sostenibilidad ecológica	1.000	.701
Crédito	1.000	.694
Inversión	1.000	.461
Diversificación del mercado	1.000	.748
Trabajadores del conocimiento	1.000	.514
Vínculos de innovación	1.000	.811
Absorción del conocimiento	1.000	.477
Creación del conocimiento	1.000	.846
Impacto del conocimiento	1.000	.668
Difusión del conocimiento	1.000	.811
Activos intangibles	1.000	.599
Creatividad bienes y servicios	1.000	.661
Creatividad en línea	1.000	.759

Nota: método de extracción: análisis de componentes principales.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Matriz de componente rotado

	<i>Componente</i>		
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Entorno institucional	.920	-.174	.211
Entorno empresarial	.857	.071	.176
Creatividad en línea	.839	-.004	.234
Entorno regulatorio	.823	-.089	.255
Infraestructura general	.731	.312	-.022
Vínculos de innovación	.720	.395	.370
Creación del conocimiento	.713	.527	.246
TICS	.683	.271	-.010
Crédito	.631	.544	.002
Inversión	.588	.245	.235
Absorción del conocimiento	.550	.335	.251
Trabajadores del conocimiento	.508	.219	.456
Diversificación del mercado	-.195	.839	-.080
Activos intangibles	.224	.732	-.113
Innovación y desarrollo	.587	.705	.171
Impacto del conocimiento	.194	.654	.451
Difusión del conocimiento	.178	.385	.794
Sostenibilidad ecológica	.033	-.295	.782
Creatividad bienes y servicios	.327	-.023	.744

Notas: método de extracción: análisis de componentes principales. Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

Fuente: elaboración propia.

El análisis de componentes principales reveló una estructura tridimensional subyacente en los datos, identificando tres componentes principales que explican la mayor parte de la varianza en los indicadores de innovación. Estos componentes ofrecen una perspectiva multifacética de los ecosistemas de innovación en los países de la muestra:

Componente 1: entorno y creatividad institucional

Este componente presenta cargas factoriales elevadas en variables asociadas con el marco institucional y regulatorio, incluyendo el entorno institucional, el entorno empresarial, la creatividad en línea y el entorno regulatorio. La agrupación de estas variables sugiere una interrelación significativa entre la solidez de las instituciones y la capacidad de una sociedad para fomentar la innovación y la creatividad.

Adicionalmente incorpora aspectos de infraestructura y vinculación con la innovación, lo que indica una sinergia entre factores estructurales y dinámicos en la creación de un ecosistema propicio para la innovación. Esta combinación subraya la importancia de un marco institucional robusto como catalizador de la actividad innovadora, facilitando la interacción entre diversos actores del ecosistema de innovación.

Componente 2: infraestructura y capital para la innovación

El segundo componente se centra en los aspectos tangibles e intangibles que sustentan la capacidad innovadora, que incluye variables relacionadas con la infraestructura física y financiera, como la diversificación del mercado, los activos intangibles, la inversión en innovación y desarrollo, y el impacto del conocimiento.

La agrupación de estas variables resalta la importancia crítica de la inversión y la asignación estratégica de recursos en el fomento de la innovación. Este componente refleja la capacidad de una región o país para movilizar y desplegar eficazmente sus recursos, tanto financieros como de conocimiento, y traducirlos en resultados innovadores tangibles. Sugiere que la robustez de la infraestructura y la disponibilidad de capital son fundamentales para sostener y acelerar los procesos de innovación.

Componente 3: sostenibilidad y difusión del conocimiento

El tercer componente integra variables asociadas con la sostenibilidad ecológica y la difusión del conocimiento, incluyendo la creatividad en bienes y servicios. También representa una dimensión crucial que va más allá de la mera generación de innovaciones, abarcando la capacidad de un país para diseminar el conocimiento de manera efectiva y sostenible.

La presencia de la sostenibilidad ecológica en este componente sugiere una creciente integración de las consideraciones ambientales en los procesos de innovación y difusión del conocimiento.

La agrupación de estas variables indica que los países más avanzados en esta dimensión no sólo son capaces de generar conocimiento y soluciones innovadoras, sino que también poseen mecanismos eficaces para difundir este conocimiento y traducirlo en bienes y servicios que son tanto creativos como sostenibles. Esto subraya la importancia de un enfoque holístico en la innovación, que se consideran no sólo la creación de nuevo conocimiento, sino también su aplicación práctica y su impacto a largo plazo en la sociedad y el medio ambiente.

Análisis clúster

Una vez detectados los factores determinantes de la innovación de los países de la muestra, se procedió a clasificarlos mediante un análisis clúster utilizando el método Ward ampliamente reconocido y empleado en el análisis de conglomerados debido a su efectividad para minimizar la suma de cuadrados dentro de cada grupo a lo largo de cada partición del conjunto de datos (Ward, 1963). El objetivo principal este método es formar clústeres de tal manera que la varianza total dentro de cada clúster se mantenga lo más baja posible (Ramadhan *et al.*, 2020; Murtagh y Legendre, 2014).

El análisis de conglomerados se convierte en una herramienta fundamental para identificar patrones y estructuras en conjuntos de datos complejos. Esta técnica facilita la interpretación y la toma de decisiones basada en una agrupación efectiva de la información, enfatizando la heterogeneidad entre los grupos resultante (Hair *et al.*, 1999).

Comparación entre resultados

El análisis por medio del método Ward muestra la existencia de tres clústeres (véase tabla 5). Asimismo, el dendograma (véase figura 1) ilustra la agrupación de países de acuerdo con el análisis de clúster jerárquico empleado a través del método Ward, cuyo objetivo es formar grupos internamente coherentes.

Tabla 5. Resúmenes de casos

		<i>Países</i>	
Método Ward	1	1	Alemania
		2	Austria
		3	Bélgica
		4	Corea del Sur
		5	Dinamarca
		6	EU
		7	Finlandia
		8	Francia
		9	Islandia
		10	Japón
		11	Países Bajos
		12	Reino Unido
		13	Suecia
		14	Suiza
		Total N	14
Método Ward	2	1	Australia
		2	Canadá
		3	Islandia
		4	Luxemburgo
		5	Noruega
		6	Nueva Zelanda
		Total N	6

Continúa

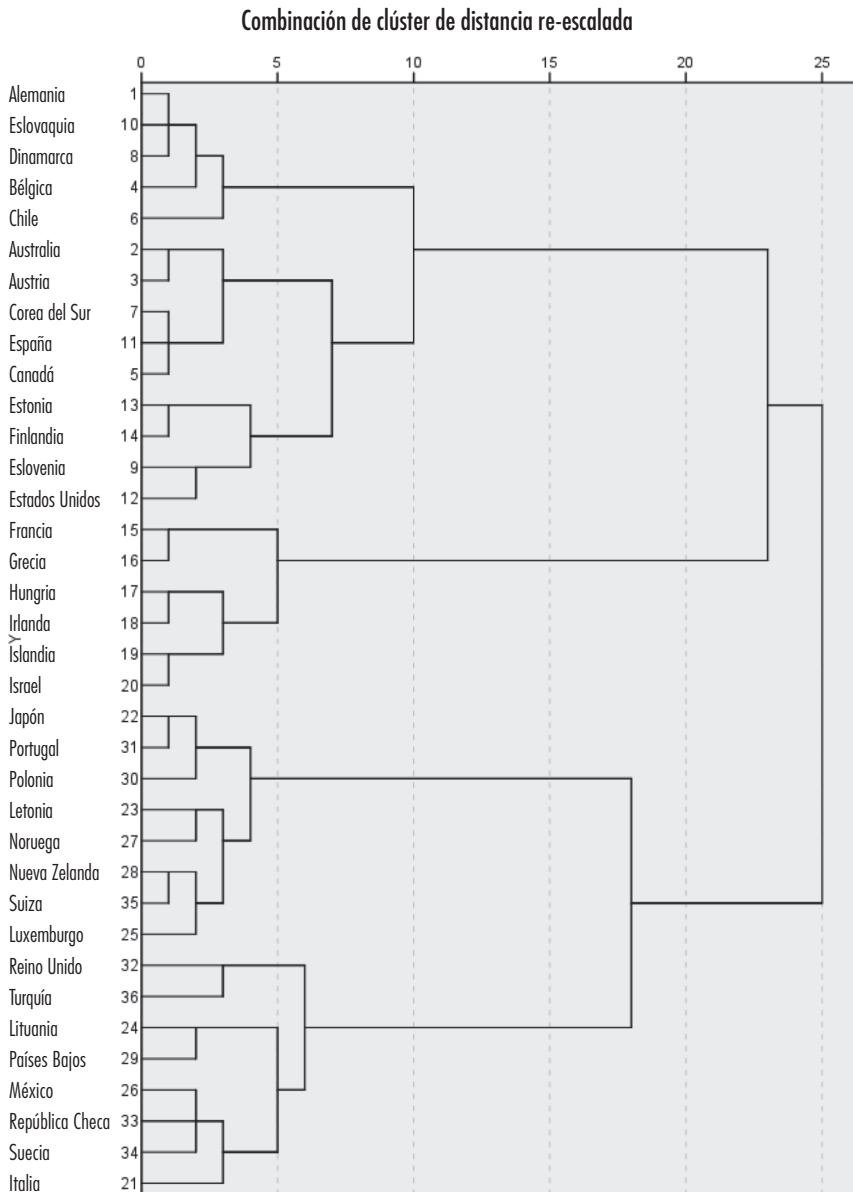
Tabla 5. Resúmenes de casos (*continuación*)

		<i>Países</i>	
Método Ward	3	1	Chile
		2	Eslovenia
		3	Eslovaquia
		4	España
		5	Estonia
		6	Grecia
		7	Hungría
		8	Irlanda
		9	Italia
		10	Letonia
		11	Lituania
		12	México
		13	Polonia
		14	Portugal
		15	República Checa
		16	Turquía
		Total N	16
		Total N	36

Fuente: elaboración propia.

En el dendograma, las líneas horizontales representan uniones entre clústeres o países, y la altura en la que se unen (eje horizontal) representa la distancia o disimilitud entre ellos.

Figura 1. Dendrograma que utiliza un enlace de Ward



Fuente: elaboración propia.

Se pueden observar tres agrupamientos principales:

- Clúster 1 (líderes de innovación): comprende 14 países que se agrupan, es decir, comparten características similares en los indicadores de innovación analizados. Este clúster incluye economías altamente desarrolladas y líderes en innovación como: Alemania, Austria, Bélgica, Corea del Sur, Dinamarca, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Islandia, Japón, Países Bajos, Reino Unido, Suecia y Suiza.
- Clúster 2 (innovación competitiva): formado por seis países, que incluye naciones con economías robustas y buen desempeño en innovación, aunque con una diferencia ligeramente mayor que el primer grupo. En este clúster se encuentran países como: Australia, Canadá, Islandia, Luxemburgo, Noruega y Nueva Zelanda.
- Clúster 3 (innovación emergente): es el grupo más grande con 16 países, y muestra una mayor diferencia entre sus miembros, lo que sugiere una mayor diversidad en sus niveles de innovación. Este grupo incluye países con economías en desarrollo o emergentes y con una variedad de capacidades de innovación. Los países que lo integran son: Chile, Eslovenia, Eslovaquia, España, Estonia, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, México, Polonia, Portugal, República Checa y Turquía.

Los resultados del ANOVA (véase tabla 6) sugieren que existen diferencias significativas entre los clústeres en todas las dimensiones analizadas. Los valores F elevados y significativos en los tres componentes sugieren que las diferencias entre los clústeres son estadísticamente significativas y que los grupos son distinguibles en términos de “Entorno y creatividad institucional”, “Infraestructura y capital para la innovación”, y “Sostenibilidad y difusión del conocimiento”.

A continuación, se procede al análisis de K -medias, cuya aplicación, proporciona una clasificación robusta y significativa de los países en función de sus perfiles en las dimensiones de Entorno y creatividad institucional, Infraestructura y capital para la innovación, y Sostenibilidad y difusión del conocimiento. Este método de agrupamiento particional ha sido empleado para dividir la muestra de países en tres grupos distintos, cada uno caracterizado por un patrón único de desempeño en las variables clave del GII 2023.

Para el análisis se seleccionaron tres clústeres para representar diferentes niveles de desempeño innovador entre los países analizados. Los centros fi-

nales de los clústeres, que representan el valor medio de las puntuaciones de los países en cada clúster para las tres variables consideradas, revelan patrones diferenciados de capacidades y tendencias de innovación (véase tabla 7).

Tabla 6. ANOVA

		<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Entorno y creatividad institucional	Entre grupos	24.590	2	12.295	38.977	.000
	Dentro de grupos	10.410	33	.315		
	Total	35.000	35			
Infraestructura y creatividad institucional	Entre grupos	16.522	2	8.261	14.753	.000
	Dentro de grupos	18.478	33	.560		
	Total	35.000	35			
Sostenibilidad y difusión del conocimiento	Entre grupos	9.922	2	4.961	6.528	.004
	Dentro de grupos	25.078	33	.760		
	Total	35.000	35			

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. Centros de clústeres finales

	<i>Clúster</i>		
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Entorno y creatividad institucional	.26951	.78015	-.86963
Infraestructura y capital para la innovación	1.02763	-.58531	-.57739
Sostenibilidad y difusión del conocimiento	.28354	-.90503	.41264

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se describe cada clúster basado en los centros de clústeres finales:

- Clúster 1: este grupo se caracteriza por un desempeño general superior a la media en todas las dimensiones evaluadas. En cuanto al Entorno y creatividad institucional, muestra una puntuación de 0.26951, indicando un ambiente propicio para la innovación. Destaca especialmente en Infraestructura y capital para la innovación, con una puntuación sobresaliente de 1.02763, lo que sugiere una base sólida para el desarrollo de nuevas ideas. En el ámbito de Sostenibilidad y difusión del conocimiento, mantiene un rendimiento ligeramente superior al promedio con una puntuación de 0.28354.
- Clúster 2: este grupo presenta un perfil mixto con fortalezas y debilidades marcadas. Sobresale significativamente en el Entorno y creatividad institucional, liderando entre los tres clústeres con una puntuación de 0.78015. Sin embargo, muestra deficiencias en las otras dos dimensiones. En Infraestructura y capital para la innovación se sitúa por debajo del promedio con -0.58531, y en Sostenibilidad y difusión del conocimiento exhibe el rendimiento más bajo de los tres grupos con una puntuación de -0.90503.
- Clúster 3: este grupo muestra un perfil contrastante. Presenta el rendimiento más bajo en Entorno y creatividad institucional con una puntuación de -0.86963, y también se encuentra por debajo del promedio en Infraestructura y capital para la innovación con -0.57739. Aunque destaca positivamente en Sostenibilidad y difusión del conocimiento, superando el promedio con una puntuación de 0.41264, lo que indica una fortaleza particular en estos aspectos a pesar de sus debilidades en otras áreas.

En resumen, cada clúster representa un grupo de países con características específicas en términos de innovación y desarrollo. El clúster 1 sobresale en todas las dimensiones, especialmente en Infraestructura y capital para la innovación. El clúster 2 se destaca por su Entorno y creatividad institucional, pero tiene deficiencias en Infraestructura y sostenibilidad. El clúster 3, aunque tiene dificultades en Entorno institucional e Infraestructura, muestra capacidad en Sostenibilidad y difusión del conocimiento.

5. DISCUSIÓN

Los resultados del análisis factorial exploratorio proporcionan validación empírica robusta para el marco conceptual de ecosistemas de innovación propuesto. La identificación de tres dimensiones latentes, que explican el 69.651% de

la varianza total, confirma la estructura multidimensional teorizada para los ecosistemas de innovación, alineándose con las proposiciones de Huang *et al.* (2023) sobre la naturaleza compleja y multifacética de estos sistemas.

La dimensión 1 (Entorno y creatividad institucional) operacionaliza efectivamente los conceptos schumpeterianos de destrucción creativa y el marco institucional de North (1990), la concentración de variables institucionales, regulatorias y de creatividad digital en esta dimensión (cargas factoriales > 0.68) confirma que los ecosistemas de innovación efectivos requieren fundamentos institucionales sólidos que faciliten la experimentación y la renovación económica.

El análisis de componentes principales revela que esta primera dimensión concentra el mayor poder explicativo (36.331% de la varianza), sugiriendo su papel catalizador en los ecosistemas de innovación, las cargas factoriales elevadas del entorno institucional (0.920), entorno empresarial (0.857) y creatividad en línea (0.839) confirman empíricamente la teoría institucional que establece que las instituciones formales e informales constituyen la infraestructura social fundamental para la actividad innovadora.

Esta concentración dimensional es consistente con la literatura sobre sistemas nacionales de innovación (Freeman, 1987; Lundvall, 1992), que enfatiza que la calidad institucional determina los incentivos para la inversión en I+D y la propensión al riesgo empresarial, los países con puntuaciones elevadas en esta dimensión (clúster 2) exhiben entornos propicios para la experimentación tecnológica y la creatividad, validando las proposiciones teóricas sobre el papel facilitador de las instituciones.

Complementando este hallazgo, la segunda dimensión (18.750% de la varianza) operacionaliza los insumos materiales y financieros necesarios para traducir capacidades institucionales en productos innovadores, las cargas significativas de diversificación del mercado (0.839), activos intangibles (0.732) e innovación y desarrollo (0.705) confirman la teoría del crecimiento endógeno de Romer (1990), que establece que la acumulación de capital físico, humano y tecnológico genera rendimientos crecientes en la innovación.

La distribución de países en esta dimensión revela patrones interpretativos relevantes: el clúster 1 presenta la mayor puntuación (1.02763), indicando que los líderes de innovación han logrado configuraciones equilibradas entre capacidades institucionales y recursos materiales, esta convergencia empírica respalda las proposiciones de Chesbrough (2003) sobre innovación abierta, en la que la disponibilidad de recursos facilita la integración de conocimiento externo con capacidades internas.

La tercera dimensión (14.570% de la varianza) captura los mecanismos de transferencia y aplicación sostenible del conocimiento innovador, la agrupación de difusión del conocimiento (0.794), sostenibilidad ecológica (0.782) y creatividad en bienes y servicios (0.744) confirma empíricamente que los ecosistemas avanzados integran consideraciones de sostenibilidad en sus procesos de innovación, validando tendencias emergentes en la literatura sobre innovación verde y economía circular.

Esta dimensión es particularmente reveladora al mostrar que el clúster 3 (países de innovación emergente) presenta la mayor puntuación (0.41264), sugiriendo que estos han desarrollado ventajas comparativas en mecanismos de difusión sostenible, posiblemente como estrategia de diferenciación frente a limitaciones en infraestructura tradicional.

La tipología empírica resultante confirma la existencia de diferentes modelos de ecosistemas de innovación dentro de las economías desarrolladas, los 14 países del clúster 1 (incluyendo Alemania, Estados Unidos, Suecia y Suiza) representan el arquetipo de ecosistemas maduros que han logrado configuraciones equilibradas en las tres dimensiones, sus características empíricas validan el modelo teórico de sistemas nacionales de innovación de Lundvall (1992), en el que la interacción sinérgica entre instituciones, recursos e infraestructura genera capacidades innovadoras superiores.

El perfil multidimensional de estos países confirma las proposiciones de Moore (1993) sobre ecosistemas empresariales, donde la coevolución de múltiples actores genera ventajas competitivas sostenibles, la puntuación elevada en infraestructura y capital (1.02763) combinada con desempeño superior en las otras dimensiones sugiere que estos países han desarrollado círculos virtuosos donde las fortalezas en una dimensión refuerzan las capacidades en las otras.

Los seis países del clúster 2 muestran un patrón de especialización en entorno institucional (0.78015), pero con limitaciones relativas en infraestructura (-0.58531) y sostenibilidad (-0.90503), esta configuración sugiere ecosistemas con instituciones avanzadas que no logran traducir completamente estas ventajas en infraestructura material o mecanismos de difusión sostenible.

Esta tipología es teóricamente relevante porque desafía concepciones lineales de desarrollo de ecosistemas, mientras sugiere que diferentes países pueden seguir trayectorias especializadas basadas en sus ventajas comparativas institucionales, el patrón empírico es consistente con la literatura sobre variedades de capitalismo (Hall y Soskice, 2001), que establece que diferentes configuraciones institucionales pueden generar ventajas competitivas específicas.

Los 16 países del clúster 3 presentan el patrón más heterogéneo, con limitaciones institucionales (-0.86963) e infraestructurales (-0.57739), pero fortalezas en sostenibilidad y difusión (0.41264), teóricamente este patrón es consistente con modelos de *catch-up* tecnológico (Lee y Lim, 2001), donde países con limitaciones de recursos desarrollan capacidades especializadas en absorción y adaptación de tecnologías externas, la fortaleza relativa en sostenibilidad sugiere que estos países pueden estar desarrollando ventajas competitivas en sectores de innovación verde y tecnologías limpias.

La presente investigación confirma que los ecosistemas de innovación constituyen fenómenos multidimensionales complejos que no pueden ser adecuadamente capturados mediante enfoques unidimensionales o indicadores aislados, la estructura factorial identificada valida proposiciones teóricas sobre la naturaleza sistémica de la innovación, donde interacciones entre instituciones, infraestructura y mecanismos de difusión generan propiedades emergentes.

6. CONCLUSIONES

La investigación demuestra empíricamente que los ecosistemas de innovación en los países de la OCDE se estructuran según tres dimensiones latentes diferenciadas, proporcionando validación cuantitativa a marcos conceptuales, que anteriormente carecían de fundamentación empírica robusta. La identificación de configuraciones especializadas dentro de economías desarrolladas desafía concepciones homogéneas de sistemas nacionales de innovación, sugiriendo la necesidad de marcos teóricos que incorporen trayectorias múltiples de desarrollo innovador.

Respecto al análisis, el hallazgo más significativo reside en la emergencia empírica de sostenibilidad como dimensión constitutiva de los ecosistemas contemporáneos de innovación, esta evidencia sugiere una transformación en la conceptualización de sistemas de innovación, donde consideraciones ambientales se integran estructuralmente en lugar de constituir externalidades, esta evolución teórica requiere refinamientos conceptuales que capturen la transición hacia modelos de innovación sostenible en economías avanzadas.

Estos hallazgos teóricos se traducen en implicaciones prácticas importantes para el diseño de políticas públicas. Los resultados proporcionan fundamentos empíricos para el diseño de políticas de innovación diferenciadas, según tipologías específicas de ecosistemas.

Los países líderes (clúster 1) requieren estrategias para sostener sus ventajas competitivas y liderazgo tecnológico global, los países con especialización institucional (clúster 2) necesitan políticas orientadas a traducir fortalezas regulatorias en infraestructura material y mecanismos de difusión y los países con capacidades emergentes (clúster 3) pueden beneficiarse de estrategias que capitalicen sus ventajas en sostenibilidad y difusión del conocimiento.

La investigación evidenció que la colaboración internacional debe estructurarse considerando complementariedades entre especializaciones, los hallazgos sugieren que alianzas estratégicas entre clústeres pueden generar sinergias donde países con fortalezas institucionales (clúster 2) colaboren con países especializados en difusión sostenible (clúster 3), facilitando así la transferencia bidireccional de capacidades.

La investigación confirma que los ecosistemas de innovación constituyen fenómenos multidimensionales complejos que no pueden ser adecuadamente capturados mediante enfoques unidimensionales o indicadores aislados, la estructura factorial identificada valida proposiciones teóricas sobre la naturaleza sistémica de la innovación, donde interacciones entre instituciones, infraestructura y mecanismos de difusión generan propiedades emergentes.

Como último aspecto, la investigación contribuye a la comprensión de que la competitividad innovadora nacional no resulta únicamente de la acumulación de recursos, sino de la configuración estratégica de capacidades complementarias que generan sinergias, esta perspectiva general proporciona fundamentos teóricos para el diseño de políticas de innovación más efectivas y contextualmente apropiadas.

No obstante, es importante reconocer las limitaciones inherentes al presente estudio que contextualizan la interpretación de sus resultados. La concentración en países de la OCDE, aunque metodológicamente justificada, limita la generalización de hallazgos a otros contextos, estudios comparativos que incluyan economías emergentes y en desarrollo permitirían identificar patrones de convergencia o divergencia en la evolución de ecosistemas de innovación globales.

Una dirección de investigación prometedora implica el análisis de mecanismos específicos que facilitan la transición entre tipologías, para comprender los procesos mediante los cuales países del clúster 3 pueden evolucionar hacia configuraciones del clúster 1, o cómo es que países del clúster 2 pueden desarrollar capacidades de infraestructura, proporcionaría elementos valiosos para el diseño de políticas de desarrollo de ecosistemas. Estas líneas de investigación futura contribuirían significativamente al refinamiento tanto teórico como práctico del campo de estudios sobre ecosistemas de innovación.

REFERENCIAS

- Al-Sudairi, M. y Bakry, S. H. (2014). Knowledge issues in the global innovation index: Assessment of the state of Saudi Arabia versus countries with distinct development. *Innovation-Management Policy & Practice*, 16(2). <https://doi.org/10.1080/14479338.2014.11081980>
- Bartlett, M. S. (1950). Tests of significance in factor analysis. *British Journal of Statistical Psychology*, 3(2). <https://doi.org/10.1111/j.2044-8317.1950.tb00285.x>
- Bate, A. F., Wachira, E. W. y Danka, S. (2023). The determinants of innovation performance: An income-based cross-country comparative analysis using the Global Innovation Index (GII). *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s13731-023-00283-2>
- Bodin, Ö. (2017). Collaborative environmental governance: achieving collective action in social-ecological systems. *Science*, 357(6352). <https://doi.org/10.1126/science.aan1114>
- Chesbrough, H. W. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Harvard Business School Press.
- Coutinho, E. M. y Au-Yong-Oliveira, M. (2023). Factors influencing innovation performance in Portugal: A cross-country comparative analysis based on the Global Innovation Index and on the European Innovation Scoreboard. *Sustainability*, 15, 10446. <https://doi.org/10.3390/su151310446>
- Cui, Z. Z. y Li, E. L. (2022). Does industry-university-research cooperation matter? An analysis of its coupling effect on regional innovation and economic development. *Chinese Geographical Science*, 32(5). <https://doi.org/10.1007/s11769-022-1308-y>
- Drucker, P. F. (1993). *Post-Capitalist Society*. Harper Business.
- Edquist, C. (2005). Systems of innovation: Perspectives and challenges. En J. Fagerberg, D. C. Mowery, y R. R. Nelson (eds.). *The Oxford Handbook of Innovation*, 181-208. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199286805.003.0007>
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. SAGE Publications.
- Freeman, C. (1987). *Technology and economic performance: Lessons from Japan*. Pinter Publishers.
- Giraldo, I. B., Ziritt-Trejo, G. y De Campecano, I. C. (2024). Innovative capacity in the department of la Guajira-Colombia. Inputs for an innovation public policy. *Jurídicas CUC*, 20(1). <https://doi.org/10.17981/jurid-cuc.20.1.2024.02>

- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E. y Tatham, R. L. (1998). *Multivariate data analysis* (5th ed.). Prentice Hall.
- _____, Anderson, R. E., Tatham, R. L. y Black, W. C. (1999). *Análisis Multivariante* (5th ed.). Prentice Hall.
- _____, Anderson, R., Tatham, R. y Black, W. (2008). *Análisis Multivariante* (6th ed.). Prentice Hall.
- Hall, P. A. y Soskice, D. (2001). *Varieties of capitalism: The institutional foundations of comparative advantage*. Oxford University Press.
- Huang, J. J. (2024). Resources, innovation, globalization, and green growth: The BRICS financial development strategy. *Geoscience Frontiers*, 15(2). <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2023.101741>
- Huang, Y. J., Li, K. X. y Li, P. (2023). Innovation ecosystems and national talent competitiveness: A country-based comparison using fsQCA. *Technological Forecasting and Social Change*, 194. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122733>
- Jaffe, A. B., Trajtenberg, M. y Henderson, R. (1993). Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations. *The Quarterly Journal of Economics*, 108(3). <https://doi.org/10.2307/2118401>
- Kaiser, H. F. (1960). The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 20(1). <https://doi.org/10.1177/001316446002000116>
- Lee, K. y Lim, C. (2001). Technological regimes, catching-up and leapfrogging: findings from the Korean industries. *Research Policy*, 30(3). [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(00\)00088-3](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(00)00088-3)
- Liao, L. W., Qin, X. Z., Li, X. L. y Gong, L. T. (2023). Creative destruction, human capital accumulation, and growth in a digital economy. *Macroeconomic Dynamics*, 1-25. <https://doi.org/10.1017/S1365100523000445>
- Lundvall, B. A. (1992). *National Systems of Innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning*. Pinter Publishers.
- _____. (2007). National innovation systems—analytical framework. *Industrial and Corporate Change*, 16(1). <https://doi.org/10.1093/icc/dtm006>
- Markard, J. (2020). The life cycle of technological innovation systems. *Technological Forecasting and Social Change*, 153. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.045>
- Moore, J. F. (1993). Predators and prey: a new ecology of competition. *Harvard Business Review*, 71(3). <https://hbr.org/1993/05/predators-and-prey-a-new-ecology-of-competition>

- Murtagh, F. y Legendre, P. (2014). Ward's hierarchical agglomerative clustering method: Which algorithms implement ward's criterion? *Journal of Classification*, 31(3). <https://doi.org/10.1007/s00357-014-9161-z>
- Nakano, C., dos Santos, I. C., de Brito, B. A., Szmuszkowicz, M. y Pereira, R. D. (2022). Entrepreneurship, innovation, and local economic development: direct relationships? *RISUS - Journal on Innovation and Sustainability*, 13(3). <https://doi.org/10.23925/2179-3565.2022v13i3p125-141>
- Nelson, R. R. (1993). *National Innovation Systems: A comparative analysis*. Oxford University Press.
- North, D. C. (1990). *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge University Press.
- Polyakov, M. V. (2024). Differentiation of innovation ecosystems of the countries being the Global Innovation Index leaders in the global competitive context. *Economic Innovations*, 26(1). [https://doi.org/10.31520/ei.2024.26.1\(88\).67-78](https://doi.org/10.31520/ei.2024.26.1(88).67-78)
- Ramadhan, R., Awalluddin, A. S. y Cahyandari, R. (2020). Multivariable panel data cluster analysis using Ward Method: Gross Enrollment Ratio (GER) Data in West Java in the year 2015-2018. *Proceeding International Conference on Science and Engineering*. <https://doi.org/10.14421/ICSE.V3.515>
- Rodríguez, J. S. y Quintero, I. C. (2021). Capacidades de innovación empresarial en América Latina. Revisión de la literatura. *Ciencias Administrativas*, 096. <https://doi.org/10.24215/23143738e096>
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5th ed.). Free Press.
- Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98 (5, Part 2), S71-S102. <https://doi.org/10.1086/261725>
- Rossi, M., Mardini, G., Kyriakidou, N. y Festa, G. (2023). The impact of corporate performance on innovation management: Empirical evidence from emerging Asian economies. *Journal of International Management*, 29(6). <https://doi.org/10.1016/j.intman.2023.101091>
- Schumpeter, J. A. (1942). *Capitalism, Socialism and Democracy*. Harper y Brothers.
- Serrano, E. D. (2016). Desarrollo tecnológico y brecha tecnológica entre países de América Latina. *Ánfora*, 21(36). <https://doi.org/10.30854/anf.v21.n36.2014.33>
- Sohn, S. Y., Kim, D. H. y Jeon, S. Y. (2015). Re-evaluation of global innovation index based on a structural equation model. *Technology Analysis y Strategic Management*, 28(4). <https://doi.org/10.1080/09537325.2015.1104412>

- Toro, J. M., Ocampo, O. L. y Vergara, M. C. (2022). Transfer models and commercialization strategies of technologies in Colombian universities. *TECHNO REVIEW. International Technology, Science and Society Review / Revista Internacional de Tecnología, Ciencia y Sociedad*, 12(4). <https://doi.org/10.37467/revtechno.v11.4489>
- Ward, J. H. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*, 58. <https://doi.org/10.1080/01621459.1963.10500845>