

## Desarrollo humano e innovación: un análisis comparativo en el contexto mundial\*

Sebastián Araya-Pizarro\*\*  
Universidad de La Serena, Chile

Nando Verelst\*\*\*  
Universidad de La Serena, Chile  
<https://doi.org/10.15446/ede.v34n64.112357>

### Resumen

En el presente artículo, se plantea que el desarrollo humano y la innovación están estrechamente relacionados, generando dinámicas convergentes de gran alcance. En este contexto, esta investigación analiza comparativamente los niveles de desarrollo humano y de innovación a nivel mundial. Se recolectaron datos de 132 países, para el año 2021, sobre el Índice de Desarrollo Humano (IDH) y el Índice Mundial de Innovación (GII), respecto a entradas (*input*) y salidas (*output*) del proceso de innovación. Los datos fueron analizados utilizando métodos estadísticos descriptivos, la técnica de agrupamiento K-medias y regresiones lineales múltiples. Los resultados revelaron disparidades en el proceso de innovación, relacionadas con el desarrollo humano de los países. Se identificaron tres clústeres con diferencias significativas en el nivel de desarrollo en términos de innovación. Se encontró que el capital humano y la investigación tienen un impacto transversal en el nivel de desarrollo humano alcanzado. Como conclusión, se destaca la importancia de formular estrategias enfocadas en fortalecer la masa crítica de investigadores y fomentar la inversión en Investigación y Desarrollo, con una colaboración estrecha entre universidades e industrias, para abordar los desafíos clave del bienestar general de la sociedad.

---

\* \* **Artículo recibido:** 4 de enero de 2024 / **Aceptado:** 1 de abril de 2024 / **Modificado:** 5 de abril de 2024. El artículo es resultado de una investigación personal. No contó con financiación.

\*\* Académico asociado de la Universidad de La Serena, Departamento de Ciencias Económicas y Empresariales (La Serena, Chile). Correo electrónico: [saraya@userena.cl](mailto:saraya@userena.cl)  <https://orcid.org/0000-0002-5857-8441>

\*\*\* Coordinador de Vinculación con el Medio y Extensión de la Universidad de La Serena (La Serena, Chile). Correo electrónico: [nando.verelst@userena.cl](mailto:nando.verelst@userena.cl)  <https://orcid.org/0000-0002-0957-767X>

**Cómo citar / How to cite this item:** Araya-Pizarro, S., & Verelst, N. (2024). Desarrollo humano e innovación: un análisis comparativo en el contexto mundial. *Ensayos de Economía*, 34(64), **páginas**. <https://doi.org/10.15446/ede.v34n64.112357>

**Palabras clave:** desarrollo humano; innovación; análisis multivariante; regresión múltiple; capital humano; investigación y desarrollo.

**JEL:** C01; C31; I39; O39.

## Human Development and Innovation: A Comparative Analysis in the Global Context

### Abstract

This article proposes that human development and innovation are closely related, generating far-reaching convergent dynamics. In this context, this research comparatively analyzes the levels of human development and innovation worldwide. Data was collected from 132 countries in 2021 on the Human Development Index (HDI) and the Global Innovation Index (GII), regarding inputs and outputs of the innovation process. The data was analyzed using descriptive statistical methods, the K-means clustering technique, and multiple linear regressions. The findings highlight disparities in the innovation process, related to the human development of countries. Three clusters with significant differences in the level of development in terms of innovation were identified. It was found that human capital and research have a cross-cutting impact on the achieved level of human development. In conclusion, the importance of formulating strategies focused on strengthening the critical mass of researchers and promoting investment in Research and Development, with close collaboration between universities and industries, is highlighted to address key challenges in the general well-being of society.

**Keywords:** human development; innovation; multivariate analysis; multiple regression; human capital; research and development.

### [T1] Introducción

El desarrollo humano es un fenómeno multidimensional que involucra la mejora de la calidad de vida de las personas y la promoción de su bienestar general (Stylianou et al., 2023). En este artículo, se define como la medida en que las personas logran satisfactoriamente sus metas de vida, y todos los recursos y mecanismos que permiten alcanzarlo (Adrogué & Crespo, 2010).

La innovación, por su parte, desempeña un papel clave en el desarrollo de las naciones proporcionando ventajas competitivas fundamentales para su progreso social y económico (Huseynov, 2021; Morales & Álvarez, 2021). Se entiende como el aspecto aplicativo de la investigación que conduce directamente a la transformación socioeconómica, la reducción de la pobreza y la industrialización dentro de una economía (Azuh et al., 2020). Esto implica la introducción de nuevos productos y procesos, así como el diseño de nuevos modelos de negocios innovadores (Sari et al., 2023).

La innovación tiene el potencial de generar retornos sociales importantes (Kline & Rosenberg, 2010), así como una serie de beneficios a la economía en general, entre otros: mayor diversificación económica y oportunidades de emprendimiento; más diversidad de productos y servicios para satisfacer necesidades y deseos; y posibilidades de apertura hacia mercados internacionales (Cavenaile et al., 2023; Nematova, 2022; Redondo-Rodríguez et al., 2023). En cambio, la falta de innovación puede ser un problema significativo para el desarrollo humano de un país. Cuando las sociedades no promueven la innovación, corren el riesgo de estancarse en términos de progreso económico, social y tecnológico, dificultando la mejora de la calidad de vida de las personas. Al respecto, algunos estudios recientes respaldan la relevancia de la innovación en distintos sistemas económicos y sociales (Callegari & Nybakk, 2022; Nematova, 2022).

En este contexto, el artículo plantea por objetivo analizar comparativamente los niveles de desarrollo humano y de innovación en el contexto mundial. Por un lado, se busca proporcionar evidencia sobre la relación entre la innovación y el desarrollo humano desde una perspectiva integral, tanto económica como social. Por otro lado, al estudiar esta relación, se espera aportar una mayor comprensión de cómo la innovación puede contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas y promover el desarrollo equitativo y sostenible de las naciones. De este modo, se espera confirmar que los factores de entrada y salida del proceso de innovación inciden significativamente en el desarrollo humano, a nivel global (promedio general) y particular.

Cabe denotar que, para medir el desarrollo humano, se utiliza el Índice de Desarrollo Humano (IDH) de las Naciones Unidas (ONU). Este indicador establece una perspectiva tridimensional básica para evaluar el nivel de progreso agregado de los países en términos económicos, de salud y educación. Por otro lado, para medir los componentes del proceso de innovación, se considera la perspectiva que enfatiza el papel de los insumos (*inputs*) y los resultados (*outputs*) como elementos esenciales. En este marco, se utiliza el Índice Mundial de Innovación (GII, por sus siglas en inglés) de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual de las Naciones Unidas (OMPI), que se basa en alrededor de 80 indicadores que abarcan áreas como el entorno político, la educación, la infraestructura y la creación de conocimiento.

El artículo se organiza en un total de cuatro secciones, posteriores a esta introducción. La primera sección presenta una revisión de los antecedentes teórico-conceptuales sobre el desarrollo humano, la innovación, así como su articulación. La segunda sección muestra el diseño metodológico de investigación y las técnicas tanto de recopilación como de análisis de los datos. En la tercera sección se resumen los hallazgos más significativos del estudio. Finalmente, en la cuarta sección, se discuten los aspectos más importantes derivados de los resultados encontrados, y se presentan las conclusiones y recomendaciones.

## **[T1] Antecedentes conceptuales: desarrollo humano e innovación**

### **[T2] Concepción del desarrollo humano**

El desarrollo humano se considera una forma de comprender el progreso de las naciones, más allá del aumento del crecimiento económico (Frugoli et al., 2015; Rohima et al., 2023). Este fenómeno es complejo y multifacético (Alkire, 2022), y contempla una visión holística de la persona y su integración en diferentes contextos sociales (Londono-Escudero, 2023).

En su fundamento teórico, el desarrollo humano se basa en la premisa de que el progreso económico por sí solo no es suficiente para garantizar una vida digna y plena (Stylianou et al., 2023). Se sustenta en teorías como la del desarrollo humano de Amartya Sen, quien introduce el enfoque basado en capacidades (Garcés-Velástegui, 2022), de bastante prevalencia en la literatura pertinente (Gracia-Calandín & Tamarit-López, 2021; Kjellberg & Jansson, 2022). Esta perspectiva propone que el individuo, como actor de la sociedad, debe formar las capacidades necesarias para su propio desarrollo y contribuir activamente al progreso social. Otro enfoque relevante es el de Martha Nussbaum (Knoll, 2022; Van Jaarsveld, 2020), quien propone una lista de capacidades básicas que deben ser garantizadas para lograr un bienestar integral. Estas capacidades incluyen aspectos como la salud, la educación, el acceso a recursos económicos y políticos, la libertad de expresión y la participación social. Además, destacan los estudios posteriores de Clark (2006) que establecen elementos mínimos que los individuos comparten como necesidades relacionadas con el desarrollo humano, como el empleo, la vivienda, la educación, los ingresos, entre otros (Clark, 2006).

El Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas, por su parte, define el desarrollo humano como un proceso que amplía las posibilidades de las personas, permitiéndoles tener vidas prolongadas y saludables, acceso a la educación, un buen nivel de vida, participación en la vida política y la búsqueda de formas de superación personal (Lind, 2019). En este sentido, diversas investigaciones concluyen que este enfoque de desarrollo contribuye a un mayor crecimiento económico, impulsado por mejores condiciones de vida, salud y educación (Mohamed, 2020; Taqi et al., 2021), lo cual es especialmente relevante para países en desarrollo (Appiah et al., 2019; Chikalipah & Makina, 2019; Rahman et al., 2020).

Respecto a los componentes del desarrollo humano, el modelo de la Organización de Naciones Unidas y sus tres dimensiones de análisis es ampliamente reconocido (Ladi et al., 2021; Long et al., 2020; Mirahmadizadeh et al., 2022; Miranda-Lescano et al., 2023; Peel, 2019; Purwanda, 2022; Wijaya et al., 2021). Por un lado, una vida larga y saludable, que se evalúa con un único indicador: esperanza de vida al nacer. Por otro lado, se presenta la dimensión de conocimiento, evaluada con los indicadores de años esperados de escolarización y cantidad de años promedio de escolarización. Finalmente, la dimensión asociada a un estándar de vida apropiado, que se opera con el ingreso nacional bruto per cápita. Estas tres dimensiones, junto con sus respectivos indicadores, permiten tener una visión más centrada en el ser humano al considerar el desarrollo de políticas públicas de bienestar y desarrollo.

En términos generales, se enfatiza que un alto nivel de desarrollo humano desempeña un papel crucial en la formulación de políticas públicas, y en especial, de la gestión del gasto

público. Sin embargo, varios autores señalan que las inversiones planificadas y enfocadas a nivel local tienden a tener un impacto superior, ya que se centran en causas más específicas (Makarycheva & Shishkanova, 2021; Saragih, 2022; Siregar, 2019; Tümay, 2021). Esto resalta la importancia de la descentralización en la toma de decisiones de inversión en relación con el desarrollo humano.

## **[T2] Noción y componentes del proceso de innovación**

El concepto de innovación es amplio e incluye una serie de áreas temáticas, ámbitos de análisis y elementos estructurales (Guo et al., 2022). Para Kline y Rosenberg (2010), la innovación es un proceso o conjunto de procesos, producto de capital intelectual, financiero y material, tendientes a la creación de nuevos productos, servicios, herramientas, materiales, etcétera. Al considerar la relevancia de la innovación a nivel de naciones, resulta fundamental tener en cuenta el enfoque sistémico de este fenómeno, reconociendo que se desarrolla en contextos diversos, competitivos y complejos. En ese sentido, Granstrand y Holgersson (2020) destacan el rol y predominancia de los ecosistemas de innovación, así como de sus elementos constitutivos, como los actores, artefactos —productos, tecnologías, entre otros—, instituciones, y actividades colaborativas/complementarias y competitivas/substitutivas.

Al analizar el fenómeno de la innovación, es necesario identificar y definir sus componentes. Según Mercan y Götkas (2011), las partes propias de un ecosistema de innovación comprenden agentes económicos, relaciones económicas y elementos no económicos pero relevantes, como la tecnología, instituciones, interacciones sociológicas y factores culturales —artes, tradiciones, patrimonios, etcétera—. Estos últimos componentes se denominan elementos estructurales de innovación, ya que permiten el diseño y la creación de ideas, la materialización de la innovación y su difusión hacia los grupos de interés prioritarios. Por su parte, Ozorhon et al. (2016) definen los componentes del proceso de innovación de la siguiente manera: primero, los impulsores o *drivers* que incluyen los requerimientos de los clientes o usuarios, el nivel de competitividad, la eficiencia y el desarrollo tecnológico, entre otros; segundo, las entradas o *input* que comprenden el capital, la inversión en investigación y desarrollo, entre otros; y, tercero, las salidas u *output* que se refieren a la mayor eficiencia, productividad, satisfacción de los clientes, ingresos a largo plazo, entre otros.

También es importante denotar las discusiones sobre los elementos que interactúan en los sistemas nacionales de innovación. En este sentido, Nasierowski y Arcelus (1999) presentan un modelo valioso, usado como referente teórico en múltiples estudios recientes (Casadella & Tahí, 2023; Kaasa, 2016; Usman et al., 2022). El modelo permite visualizar en qué medida un país está involucrado en actividades de innovación, definiendo entradas —como el gasto medio nacional bruto en investigación, inversión extranjera en tecnología, gasto total en educación, entre otros—, salidas —formadas por las patentes, publicaciones y productividad en general— y moderadores —como la paridad del poder compra, porcentaje de personas alfabetizadas, producto interno bruto, etcétera—. Su estudio determinó que existen diferencias

significativas en el desarrollo de estas variables en todo el mundo, lo que coincide con la hipótesis de esta investigación.

En sintonía con lo anterior, Alfaro-Calderón et al. (2020) proponen siete pilares que consideran fundamentales para el correcto funcionamiento de un sistema de innovación, de los cuales cinco corresponden a las entradas del proceso (*input*) y dos a las salidas del proceso (*output*), como se sintetiza en la tabla 1.

**Tabla 1.** Categorías y pilares asociados a la innovación de un país

CATEGORÍA	PILAR O ÍNDICE	DESCRIPCIÓN DEL ÍNDICE
Entradas de proceso ( <i>input</i> )	Instituciones	Valora el marco institucional como un factor crucial para promover un entorno favorable para el emprendimiento y el desarrollo empresarial.
	Capital humano e Investigación	Reconoce la investigación y el capital humano como elementos esenciales para potenciar el desarrollo económico y social.
	Infraestructura	Destaca el rol facilitador de la infraestructura en el intercambio de información y personas, que impulsa el desarrollo de ideas, servicios y productos.
	Sofisticación de mercado	Mide la disponibilidad y acceso al crédito, lo que facilita el acceso al financiamiento, la inversión y la competencia empresarial.
	Sofisticación de negocios	Valora el ambiente de negocios, caracterizando a los emprendimientos como un ítem clave para los procesos nacionales de innovación.
Salidas del proceso ( <i>output</i> )	Productos de tecnología y conocimientos	Resalta el desarrollo de tecnologías regionales y la generación de conocimiento, considerando su impacto económico.
	Productos y servicios asociados a la creatividad	Valora la capacidad creativa de la población midiendo el acceso y la producción cultural regional.

*Fuente:* elaboración propia a partir de Alfaro-Calderón et al. (2020).

Las diferentes métricas utilizadas para evaluar los componentes del proceso de innovación destacan, mayormente, la relevancia de las entradas (*input*) y salidas (*output*) como factores determinantes. En este sentido, la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) de las Naciones Unidas publica anualmente el reconocido Índice Mundial de Innovación, el cual ha sido utilizado en varios estudios recientes afines. Por ejemplo, en la investigación de Jankowska et al. (2017) se examina cómo los sistemas de innovación transforman las entradas del proceso en salidas. Por otro lado, el estudio de Singh (2019) evalúa la relevancia de los índices de innovación de la OMPI en la inversión extranjera directa. También, Dritsaki y Dritsaki (2023) estudian el efecto del gasto en investigación y desarrollo en la innovación, mientras que Gaitán-Angulo et al. (2023) analizan la relación entre indicadores de innovación y medidas de eficiencia en Latinoamérica.

Por último, cabe mencionar la advertencia planteada por Crespo y Crespo (2016) sobre la importancia de desagregar los análisis realizados con este índice según los niveles de ingresos

de los países. Esto se debe a que los modelos de predicción presentan distintas combinaciones de entradas que generan salidas con mayor o menor rendimiento, dependiendo del ingreso promedio de cada país.

## [T2] **Conexión entre desarrollo humano e innovación**

El desarrollo humano y la innovación están estrechamente relacionados, generando dinámicas convergentes. La innovación no solo ha permitido aumentar los retornos económicos para el Estado a través de impuestos y para las empresas a través de las utilidades derivadas de la innovación, sino que también posee el potencial de generar retornos sociales, lo que tiene implicaciones para el desarrollo humano y sus dimensiones (Kline & Rosenberg, 2010).

Más aún, existen estudios que precisan que tanto la innovación como el desarrollo humano, están correlacionados positiva y significativamente con el crecimiento económico (Saida et al., 2021), y que demuestran que la innovación tecnológica, y la investigación y desarrollo de la innovación desempeñan un rol fundamental para el desarrollo humano (Mota & Oliveira, 2014; Qureshi et al., 2020).

Por otra parte, se encuentra la noción de la innovación social, la cual, según Howaldt y Schwarz (2017), abarca todas las herramientas, paradigmas y combinaciones de factores en general que tiene como objetivo mejorar las condiciones de la sociedad en su conjunto. Este modelo sugiere que el desarrollo humano y la innovación no son necesariamente constructos independientes, sino que existen momentos en los que se entrelazan y se presentan interfaces y fórmulas comunes.

Asimismo, es importante denotar el enfoque basado en capacidades como un elemento central para comprender la innovación social, ya que las políticas públicas deben fomentar que las personas puedan alcanzar su potencial y aprovechar al máximo sus capacidades. Pellicer-Sifres et al. (2017) especifican que, bajo esta visión, la innovación adquiere un carácter participativo, que se construye conjuntamente y ofrece oportunidades distribuidas entre los actores de la comunidad. Además, puede entenderse como respuestas creativas a los problemas sociales propios de una región o nación, representando una innovación contextualizada y significativa para quienes habitan un territorio y participan en una comunidad (Domanski et al., 2017).

Finalmente, cabe señalar que varios estudios han utilizado técnicas de agrupamiento k-medias para analizar el comportamiento de variables relacionadas con el desarrollo y la innovación en diferentes países. Por ejemplo, Rocha et al. (2021) realizaron una clasificación de los distintos departamentos de Perú basada en el Índice de Desarrollo Humano, mientras que Gürler et al. (2020) agruparon países según sus principales causas de muerte con el objetivo de proporcionar recomendaciones para la formulación de políticas públicas vinculadas con el desarrollo humano. A su vez, Liu et al. (2020) llevaron a cabo una clasificación de varias regiones de China según su nivel de desarrollo en el ámbito de la alta tecnología y, por su

parte, Tutak y Brodny (2022) identificaron diferentes grupos en la Unión Europea en relación con el nivel de madurez digital de diferentes negocios.

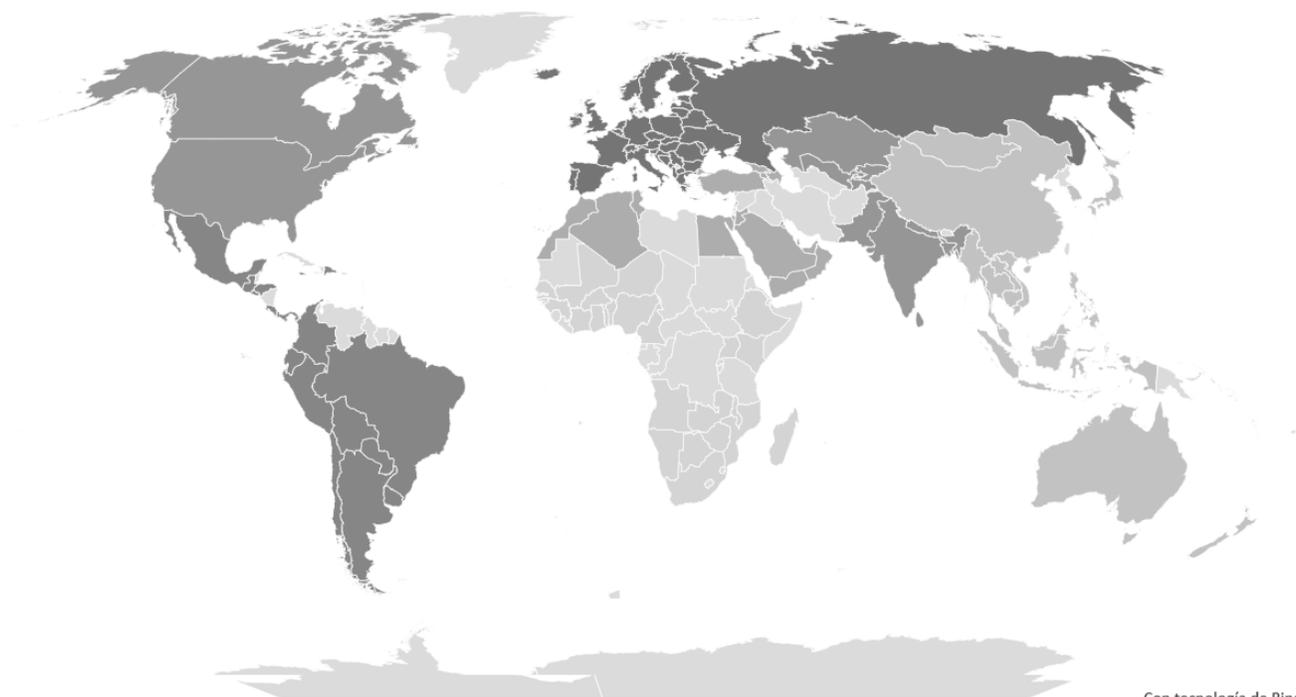
Con base en lo anterior el estudio hipotetiza que existen factores de entrada y salida del proceso de innovación que inciden significativamente en el desarrollo humano, tanto a nivel global como particular.

## [T1] Metodología

Para este artículo se adoptó un enfoque cuantitativo, de diseño no experimental, de tipo descriptivo-explicativo y de alcance transeccional. La muestra consistió en 132 países que tenían información disponible para el año 2021, lo que representa más del 60% de los países en todo el mundo. Estas naciones se dividen en siete zonas geográficas: Asia del Sur (CSA), Europa (EUR), América Latina y el Caribe (LCN), América del Norte (NAC), Norte de África y Asia Occidental (NAWA), Sudeste Asiático (SEAO) y África Subsahariana (SSF). Ver figura 1.

**Figura 1.** Distribución geográfica de la muestra

■ CSA ■ EUR ■ LCN ■ NAC ■ NAWA ■ SEAO ■ SSF



© Australian Bureau of Statistics, GeoNames, Geospatial Data Edit, Microsoft, Microsoft Crowdsourced Enrichments, Navinfo, Open Places, OpenStreetMap, TomTom, Wikipedia, Zenrin  
Con tecnología de Bing

Nota: Los países coloreados con el tono de gris más claro no fueron incluidos en el estudio.

*Fuente:* elaboración propia.

Los datos de las variables de estudio —desarrollo humano, entradas y salidas del proceso de innovación— se recolectaron de fuentes públicas disponibles en *Internet*. Para el Índice de Desarrollo Humano, los datos se obtuvieron desde el centro de datos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Este indicador, que varía entre 0 y 1, se calcula a través de la normalización y promedio de variables asociadas a con la salud —medida por los años esperados de vida promedio al nacer—, la educación —promedio de años de escolaridad en adultos mayores de 25 años— y el nivel de vida —ingreso bruto nacional per cápita—. En cuanto a las entradas y salidas del proceso de innovación, la información se obtuvo del reporte *Global Innovation Index 2021*, publicado por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (World Intellectual Property Organization, 2021).

El indicador de las entradas (*input*) del proceso de innovación está compuesto por cinco variables: instituciones, capital humano e investigación, infraestructura, sofisticación de mercado y sofisticación de negocios. Por otro lado, para las salidas (*output*) se consideran dos factores: resultados de conocimiento y tecnología, y resultados creativos. La descripción de cada variable se encuentra detallada en la tabla 2.

**Tabla 2.** Descripción de los indicadores de entrada (*input*) y salida (*output*) del proceso de innovación

VARIABLE	TIPO	DESCRIPCIÓN	MEDIDA
<b>Instituciones</b>	Input	Considera la robustez de la institucionalidad pública de cada nación, y se calcula considerando indicadores relativos al ambiente político, efectividad del gobierno, calidad de la regulación, facilidades para iniciar negocios y resolver problemas de insolvencia, entre otros.	0-100
<b>Capital humano e investigación</b>	Input	Involucra el gasto nacional en educación, ratio de profesores según estudiante, gasto en movilidad estudiantil, total de investigadores, inversión en investigación y desarrollo, entre otros.	0-100
<b>Infraestructura</b>	Input	Considera la existencia de espacios adecuados para facilitar y fomentar la innovación, lo que se evalúa en términos de indicadores asociados al acceso a tecnologías de información y comunicación y su uso efectivo, sustentabilidad ambiental, entre otros.	0-100
<b>Sofisticación de mercado</b>	Input	Alude a la facilidad que las empresas ofrecen para acceder a bienes y servicios, y al nivel de diversificación de las industrias y las estrategias para financiar nuevos emprendimientos, como la facilidad de obtener créditos, la protección hacia pequeños inversionistas, entre otros.	0-100
<b>Sofisticación de negocios</b>	Input	Asociado al nivel de formación de los empleados, colaboración de empresas con universidades y centros de investigación y desarrollo, importación de tecnología de punta, entre otros.	0-100

<b>Resultados de conocimiento y tecnología</b>	Output	Relacionado principalmente con la cantidad de patentes desarrolladas, artículos científicos y técnicos producidos, creación de nuevos negocios, incremento de la productividad laboral, difusión del conocimiento, entre otros.	0-100
<b>Resultados creativos</b>	Output	Alude a la productividad en términos de diseño industrial y creación de marcas, producción de películas, obras artísticas y bienes culturales, así como creación de aplicaciones móviles y otros usos de servicios web orientados a la creación de contenidos, entre otros.	0-100

*Fuente:* elaboración propia.

Los datos fueron analizados, inicialmente, mediante técnicas de estadísticas descriptivas y el uso de un algoritmo de agrupamiento K-medias. La técnica K-medias resuelve un problema de optimización, donde los objetos se representan con vectores reales de  $d$  dimensiones ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ). El algoritmo construye  $k$  grupos en el que se minimiza la suma de distancias de los objetos, dentro de cada grupo  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_k\}$ , a su centroide. Así, se busca determinar si existen agrupaciones o segmentaciones dentro de un conjunto de datos existente. El problema de minimización de la función ( $E$ ) se representa de la siguiente forma:

$$\min_S E(\mu_i) = \min_S \sum_{i=1}^k \sum_{x_j \in S_i} \|x_j - \mu_i\|^2, \quad [1]$$

donde  $S$  es el conjunto de datos cuyos elementos son los objetos  $x_j$  representados por vectores, donde cada uno de sus elementos representa una característica o atributo. Se tendrá  $k$  grupos o clústeres con su correspondiente centroide  $\mu_i$ .

En el análisis de clúster K-medias, se consideró como ítem único de agrupación el Índice de Desarrollo Humano (IDH). Se utilizaron seis pruebas para determinar el número ideal de clústeres, y la mayoría señaló tres segmentos. Al aplicar el índice SSB/SSW (razón entre la suma de cuadrados de los índices y la suma de las distancias medias cuadradas dentro de los clústeres), se observó un resultado favorable superior a 0,8 (0,88). Al aplicar el algoritmo, se identificaron tres grupos claramente diferenciados.

Por último, se llevó a cabo un análisis de regresión lineal múltiple (RLM) que examina en qué medida el nivel de desarrollo humano (variable dependiente) puede explicarse por los factores de entrada y salida del proceso de innovación (variables independientes).

La función matemática que representa la ecuación de regresión es la siguiente:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i, \quad [2]$$

donde  $Y_i$  es la variable dependiente normalizada (nivel de desarrollo humano);  $\beta_k$  son los coeficientes de regresión de las variables independientes;  $X_{ki}$  son las variables independientes normalizadas (factores entrada y salida del proceso de innovación); y  $\varepsilon_i$  es el error aleatorio.

Como medidas de evaluación de la consistencia y ajuste de las estimaciones se evaluó la significancia individual (prueba T) y global (prueba F) del modelo, se calculó el coeficiente de determinación ( $R^2$ ). También, se aplicaron la prueba de Ramsey-Reset, para evaluar la especificidad del modelo y la prueba de White (W), para detectar la presencia de heteroscedasticidad. Además, se computó el factor de inflación de la varianza (VIF) para medir la multicolinealidad.

Los datos se analizaron utilizando los programas estadísticos SPSS versión 24 y GRETL 2023a.

## [T1] Resultados

### [T2] Análisis descriptivo de la muestra

Según se muestra en la tabla 3, a nivel mundial el índice de desarrollo humano fue alto ( $M=0,76$ ) y heterogéneo ( $SD=0,15$ ). El factor más valorado fue el de las instituciones ( $M=64,7$ ), asociado a las entradas del proceso de innovación, y los factores menos valorados fueron los resultados creativos ( $M=26,5$ ) y los resultados de conocimiento y tecnología ( $M=24,1$ ), los cuales componen conjuntamente las salidas del proceso de innovación.

En términos comparativos, América del Norte (NAC) y Europa (EUR) son las regiones con los índices de desarrollo humano (IDH), entradas y salidas del proceso de innovación más elevados, mientras que, en general, África subsahariana (SSF) y Asia del Sur (CSA) presentan los índices más bajos (IDH, Input y Output). Aunque, cabe notar que, en las entradas del proceso de innovación, la sofisticación de mercado, y en las salidas, los resultados de conocimiento y tecnología, América Latina y el Caribe (LCN) fue la región con un rendimiento inferior.

Por otro lado, es importante destacar que todos los resultados revelan una mayor dispersión (SD) en la región del Sudeste Asiático (SEAO), y una menor variabilidad, general, en América del Norte. Esto evidencia la heterogeneidad y homogeneidad presente en los países que conforman estas regiones, respectivamente.

**Tabla 3.** Promedio (M) y desviación estándar (SD) de los índices de desarrollo humano (IDH), entradas (I) y salidas (O) de los procesos de innovación, a nivel mundial y regional

DIMENSIÓN	VARIABLE	Medida	REGIÓN GEOGRÁFICA							
			Mundo n=132	CSA n=10	EUR n=39	LCN n=18	NAC n=2	NAWA n=19	SEAO n=17	SSF n=27

<b>Desarrollo humano</b>	IDH: Índice de desarrollo humano	M	0,76	0,69	0,88	0,75	0,93	0,78	0,79	0,55	
		SD	0,15	0,08	0,06	0,07	0,01	0,11	0,13	0,09	
<b>Entradas del proceso de Innovación (Input: I)</b>	I1: Instituciones	M	64,71	53,50	76,39	57,89	88,85	61,71	67,21	55,27	
		SD	14,36	8,26	9,96	9,89	1,77	12,49	17,32	8,95	
	I2: Capital humano e investigación	M	32,69	24,21	45,26	26,51	55,25	32,69	38,31	16,59	
		SD	15,36	10,03	11,48	8,02	4,03	11,17	16,21	7,09	
	I3: Infraestructura	M	41,57	34,73	52,53	37,80	54,50	40,92	45,80	27,62	
		SD	12,55	7,25	7,37	7,27	1,13	10,17	13,36	6,69	
	I4: Sofisticación de mercado	M	47,42	45,89	52,61	43,63	83,10	45,40	54,12	37,60	
		SD	11,55	7,62	8,62	5,37	2,26	9,65	13,30	8,31	
	I5: Sofisticación de negocios	M	29,66	20,29	40,22	25,53	56,55	25,25	35,01	18,40	
		SD	14,07	5,50	13,39	5,03	9,12	11,69	16,17	4,12	
	<b>Salidas del proceso de innovación (Output: O)</b>	O1: Resultados de conocimiento y tecnología	M	24,08	18,43	36,39	16,00	48,75	20,51	28,80	11,52
			SD	14,43	7,49	11,96	5,52	14,78	11,18	16,45	4,52
		O2: Resultados creativos	M	26,47	16,43	36,97	22,56	44,85	23,18	33,09	14,40
			SD	13,42	6,53	11,74	4,98	4,17	8,61	14,89	7,58

Nota: CSA=Asia del Sur, EUR=Europa, LCN=América Latina y el Caribe, NAC=América del Norte, NAWA=Norte de África y Asia Occidental, SEAO= Sudeste Asiático y SSF=África Subsahariana.

Fuente: elaboración propia.

## [T2] Análisis de conglomerados

El análisis de clúster, utilizando el algoritmo K-medias, reveló la existencia de tres grupos claramente diferenciados en función de su nivel de desarrollo humano (IDH). Esto puede verse en la tabla 4.

**Tabla 4.** Composición de los clústeres y prueba Anova para las diferencias de los conglomerados

Clúster	Total de países	IDH	Región Geográfica (%)							Prueba Anova	
			CSA	EUR	LCN	NAC	NAWA	SEAO	SSF	F	Sig.
1	48	0,903	-	60,4	4,2	4,2	16,7	14,6	-	510,5	p < 0,001
2	52	0,753	13,5	19,2	26,9	-	19,2	13,5	7,7		
3	32	0,543	9,4	-	6,3	-	3,1	9,4	71,9		

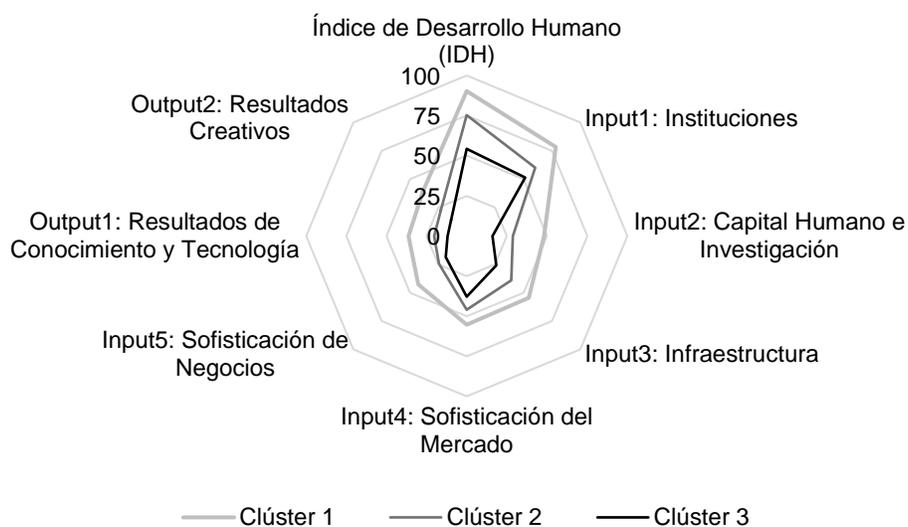
Nota: CSA=Asia del Sur, EUR=Europa, LCN=América Latina y el Caribe, NAC=América del Norte, NAWA=Norte de África y Asia Occidental, SEAO= Sudeste Asiático y SSF=África Subsahariana.

Fuente: elaboración propia.

El conglomerado 1 (n=48; M= 0,9) son naciones con alto IDH ubicados, mayormente, en Europa (60%), Norte de África y Asia Occidental (17%), Sudeste asiático (15%) y América del Norte (4%). El conglomerado 2 (n=52; M=0,75) está compuesto por naciones con IDH moderado. Este segmento heterogéneo incluye países de América Latina y el Caribe (27%), Europa (19%) y Norte de África y Asia Occidental (19%). El conglomerado 3 (n=32; M=0,54) son naciones con bajo IDH. Este grupo está compuesto principalmente por países de África subsahariana (72%).

La figura 2 muestra que los países con niveles más altos de desarrollo humano presentan avances más significativos en todas las dimensiones relacionadas con los procesos de innovación. Particularmente, los tres conglomerados revelaron las mayores diferencias en el factor de capital humano e investigación, y la menor brecha en la sofisticación del mercado.

**Figura 2.** Valores promedios de los indicadores según clústeres



Fuente: elaboración propia.

## [T2] Análisis de regresión

A continuación, se presentan los resultados de los modelos de regresión múltiples (RLM) utilizados para explicar el nivel de desarrollo humano (IDH) en relación con el proceso de innovación, según los conglomerados identificados. En los modelos 1 y 2, las variables explicativas son los factores que determinan los *inputs* del proceso de innovación: instituciones, capital humano e investigación, infraestructura, sofisticación de mercados y sofisticación de negocios (modelo 1); y los *outputs* del proceso de innovación: resultados de conocimiento y tecnología, y resultados creativos (modelo 2). Por su parte, el modelo 3 utiliza

el promedio de cada una de las variables constitutivas como proxy de los factores de entrada y salida del proceso de innovación.

Cabe mencionar que, en general, no se detectó la presencia de heteroscedasticidad en los modelos estimados, según la prueba de White ( $p > 0,05$ ). Además, los modelos resultaron ser globalmente significativos de acuerdo con la prueba F ( $p < 0,01$ ) y no presentaron problemas de colinealidad, según el factor de inflación de la varianza (VIF  $< 10$ ). Los resultados de los modelos de regresión se resumen en la tabla 5.

**Tabla 5.** Resumen de los modelos de regresión por conglomerado

VARIABLE	CLÚSTER 1 (IDH ALTO)			CLÚSTER 2 (IDH MODERADO)			CLÚSTER 3 (IDH BAJO)		
	Valor	Prob.	VIF	Valor	Prob.	VIF	Valor	Prob.	VIF
<b>Modelo 1:</b>									
Input1	0,0320	0,4699	2,775	0,1556	0,0141**	1,314	-0,1669	0,1889	1,236
Input2	0,0622	0,0556*	2,704	0,1119	0,0180**	1,408	0,2975	0,0360**	1,609
Input3	0,1924	<0,001***	1,956	0,2491	<0,001***	1,488	0,0979	0,5233	1,308
Input4	0,0211	0,5077	2,099	-0,0624	0,2619	1,224	0,1414	0,4205	2,440
Input5	0,0546	0,0537*	3,600	-0,0822	0,1414	1,463	0,1923	0,3423	1,813
Constante	0,6617	<0,001***		0,5528	<0,001***		0,4299	<0,001***	
Test F (Sig. global)	31,867	<0,001***		10,9245	<0,001***		4,0124	0,0079***	
Test de White	11,572	0,9300		33,3877	0,0306**		21,3873	0,3747	
Test de Ramsey-Reset	2,1292	0,1322		0,0261	0,9742		0,4513	0,6421	
Test de normalidad	0,7059	0,7026		4,8005	0,0907		2,8126	0,2451	
R <sup>2</sup>	0,7914			0,5428			0,4355		
R <sup>2</sup> ajustado	0,7666			0,4932			0,3270		
<b>Modelo 2:</b>									
Output1	0,0573	0,0239**	1,732	0,0787	0,1463	1,437	0,0762	0,5741	1,141
Output2	0,1263	<0,001***	1,732	0,0592	0,3518	1,437	0,2231	0,1144	1,141
Constante	0,8303	<0,001***		0,7366	<0,001***		0,5028	<0,001***	
Test F (Sig. global)	30,981	<0,001***		3,2996	0,0452**		2,0673	0,1448	
Test de White	9,0617	0,1066		6,9565	0,2239		3,7991	0,5787	
Test de Ramsey-Reset	0,8457	0,4363		1,7501	0,1849		0,3872	0,6826	
Test de normalidad	0,3167	0,8536		3,6044	0,1649		5,1143	0,0775*	
R <sup>2</sup>	0,5793			0,1187			0,1248		
R <sup>2</sup> ajustado	0,5606			0,0827			0,0644		
<b>Modelo 3:</b>									
Input Promedio	0,3428	<0,001***	5,084	0,4475	<0,001***	2,290	0,5483	0,0189**	1,354
Output Promedio	-0,0264	0,5109	5,084	-0,0632	0,3920	2,290	0,0879	0,5965	1,354
Constante	0,7044	<0,001***		0,5754	<0,001***		0,3396	<0,001***	
Test F (Sig. global)	65,107	<0,001***		11,0428	<0,001***		5,3053	0,0109**	
Test de White	1,9625	0,8543		4,1693	0,5253		7,0104	0,2199	

Test de Ramsey-Reset	3,6514	0,0343**	1,6901	0,1955	0,5000	0,6120
Test de normalidad	3,9862	0,1363	2,9696	0,2265	0,4279	0,8074
R <sup>2</sup>	0,74317		0,3107		0,2679	
R <sup>2</sup> ajustado	0,73176		0,2826		0,2174	

Nota: Variable dependiente: índice de desarrollo humano; \*  $p < .10$ ; \*\*  $p < .05$ ; \*\*\*  $p < .01$ .

Fuente: elaboración propia.

A nivel global, se puede observar que los tres modelos explicativos presentan un ajuste y una significancia más altos para el grupo formado por los países de mayor desarrollo humano (clúster 1), mientras que muestran una consistencia menor para el conglomerado de países con desarrollo humano bajo (clúster 3). Además, se encontró que, en promedio, las entradas del proceso de innovación tienen un impacto significativo en el desarrollo humano de los tres grupos identificados ( $p < 0,05$ ), destacando especialmente la influencia transversal del capital humano e investigación (clústeres 1, 2 y 3) y de la infraestructura en los grupos de mayor desarrollo humano (clúster 1 y 2). Por otro lado, las salidas del proceso de innovación solo resultaron ser estadísticamente relevantes para las naciones de mayor desarrollo humano (clúster 1) y, como promedio, no tuvieron un impacto significativo en ningún clúster examinado ( $p > 0,1$ ).

Los hallazgos para el clúster 1 indican que los factores de entrada del proceso de innovación relevantes son la infraestructura ( $b_3=0,192$ ;  $p < 0,001$ ), el capital humano e investigación ( $b_2=0,062$ ;  $p < 0,1$ ) y la sofisticación de negocios ( $b_5=0,0546$ ;  $p < 0,1$ ). Por lo demás, en cuanto a los factores de salida, tanto los resultados creativos ( $b_2=0,126$ ;  $p < 0,05$ ), como los de conocimiento y tecnología ( $b_1=0,057$ ;  $p < 0,1$ ) fueron significativos. Es importante destacar que este conglomerado en particular obtuvo las mejores medidas de ajuste en los tres modelos evaluados ( $R^2 > 0,55$ ).

Para el clúster 2 y 3, solo resultaron significativos factores de entrada de innovación. Específicamente, el capital humano e investigación fue importante para los clústeres 2 ( $b_2=0,112$ ;  $p < 0,05$ ) y 3 ( $b_2=0,298$ ;  $p < 0,05$ ) y la infraestructura, para el clúster 2 ( $b_3=0,249$ ;  $p < 0,001$ ).

Finalmente, es importante mencionar que los tres modelos de regresión fueron examinados a nivel global (total de la muestra), detectando la presencia de heteroscedasticidad. Los modelos corregidos de heteroscedasticidad mostraron un buen ajuste ( $R^2 > 0,6$ ), resultaron ser globalmente significativos ( $p < 0,01$ ) y sin problemas de colinealidad ( $VIF < 10$ ). Las estimaciones confirmaron la incidencia significativa de los factores de entrada y salida del proceso de innovación sobre el desarrollo humano ( $p < 0,1$ ). También, al igual que en los resultados por conglomerados, se halló que el input sofisticación de mercados no fue relevante ( $p > 0,1$ ). Véase la tabla 6.

**Tabla 6.** Resumen de los modelos de regresión para el total de naciones

VARIABLE	MODELO 1 (INPUT)			MODELO 2 (OUTPUT)			MODELO 3 (INPUT/OUTPUT)		
	Valor	Prob.	VIF	Valor	Prob.	VIF	Valor	Prob.	VIF
Input1	0,1124	0,0130**	3,771						
Input2	0,2102	<0,001***	5,268						
Input3	0,3960	<0,001***	4,673						
Input4	0,0111	0,7944	2,407						
Input5	-0,0708	0,0448**	3,974						
Output1				0,1557	<0,001***	2,737			
Output2				0,3590	<0,001***	2,737			
Input Promedio							0,9118	<0,001***	6,868
Output Promedio							-0,1327	0,0654*	6,868
Constante	0,3951	<0,001***		0,5922	<0,001***		0,3432	<0,001***	
Test F (Sig. global)	173,579	<0,001***		107,551	<0,001***		208,506	<0,001***	
R <sup>2</sup>	0,8732			0,6251			0,7637		
R <sup>2</sup> ajustado	0,8682			0,6193			0,7601		

Nota: Variable dependiente: Índice de Desarrollo Humano; \* p < .10; \*\* p <.05; \*\*\* p<.01

Fuente: elaboración propia.

## Conclusiones

Con base en los hallazgos obtenidos se observa, a nivel general, que las entradas del proceso de innovación resultan esenciales para el desarrollo humano. Por tanto, se corrobora que factores como el capital humano e investigación, la infraestructura, las instituciones y la sofisticación de negocios inciden significativamente en el progreso socioeconómico de las naciones (Alfaro-Calderón et al., 2020). De modo contrario, las salidas del proceso de innovación, medidos como los resultados creativos o de conocimiento y tecnología, no mostraron influir de manera relevante en el desarrollo humano.

El examen específico de los elementos de entrada de la innovación reveló que el capital humano e investigación resultan ser, transversalmente, variables determinantes del desarrollo humano, con independencia del estadio de progreso del país. Esto demuestra que, tanto a nivel global como particular, la inversión nacional en educación, la preparación de capital humano avanzado y la inversión en investigación y desarrollo (I+D) son esenciales para generar nuevos conocimientos, innovaciones y avances científicos que impulsen el crecimiento y mejoren la calidad de vida de las personas. Por consiguiente, estos resultados revelan que la gestión del capital humano influye directamente en la innovación y en el desempeño global de los países (Nie & Yang, 2023). Asimismo, denotan la importancia de formular estrategias que fomenten tanto la formación de capital humano avanzado como la colaboración efectiva entre los actores clave del ecosistema de innovación, con el fin de impulsar la creación de valor y el desarrollo sostenible.

Además, también se aprecia que contar con una infraestructura suficiente y de calidad es altamente relevante para el progreso nacional, especialmente para aquellos países con un grado moderado o alto de desarrollo humano. Otros artículos han contribuido a comprender el rol de la infraestructura en la innovación y desarrollo humano. Por ejemplo, Ridley et al. (2006) indican que la tecnología y el capital son impulsores del crecimiento económico, y enfatizan la necesidad de mejorar la infraestructura y los modelos de capitalización, así como integrar aspectos sociales y ambientales en los proyectos para lograr una mayor integración comunitaria. Por su parte, Zelenkov y Lashkevich (2023) señalan que la infraestructura, tanto física como digital, contribuye al desarrollo humano, pero solo en países con un nivel de desarrollo moderado o alto, ya que la capacidad tecnológica, científica y económica de la nación establece un límite para este tipo de innovación. En otras palabras, existe el riesgo de que la inversión en infraestructura, se convierta en “elefantes blancos”, si no se aprovecha adecuadamente debido a la falta de capacidad real para hacerlo.

En línea con lo anterior, es destacable que, para las naciones con un bajo nivel de desarrollo humano, solo el capital humano e investigación es significativamente relevante para lograr un aumento en el índice y nivelar las oportunidades de desarrollo. Esto está relacionado con los hallazgos de Crespo y Crespo (2016), quienes señalan que en países con bajos niveles de ingresos o de desarrollo, las opciones para aumentar la innovación son limitadas debido a una base menos sólida en comparación con países de mayores ingresos. El estudio de Azuh et al. (2020) respalda esta idea y resalta la relevancia de los esquemas de financiamiento y convenios de colaboración entre universidades e industria para asegurar un desarrollo armónico y sostenido. Sin embargo, esto no significa que la inversión en investigación y desarrollo (I+D) sea menos relevante para los países con un mayor índice de desarrollo humano. Como destaca Azuh et al. (2020), disponer de programas de investigación es esencial para garantizar la prosperidad económica y el desarrollo humano en general.

En el contexto de los países con un índice de desarrollo humano moderado, es importante subrayar la relevancia de contar con instituciones públicas sólidas y con menor grado de corrupción. De acuerdo con Hughes et al. (2021), es fundamental que las instituciones gubernamentales promuevan la innovación en sus políticas y estrategias, tanto en el ámbito público como privado, para establecer y mantener un ecosistema de innovación dinámico. A su vez, el estudio de Arshed et al. (2022) concluye que las instituciones más sólidas fomentan una mayor innovación empresarial, aunque esto puede verse limitado en países de mayores ingresos, ya que estas instituciones pueden aumentar los costos de cumplimiento (*compliance*) y descuidar otros factores significativos (*ceteris paribus*).

Respecto a la sofisticación de los negocios, que se refiere al grado de gestión del conocimiento y empleados altamente capacitados, beneficia de modo importante al desarrollo humano de países con altos niveles de ingresos. Esto coincide con los hallazgos de Oliynyk et al. (2023), quienes sostienen que la sofisticación de los negocios aporta significativamente en países de la Unión Europea, donde las empresas operan con un alto nivel de capital intelectual y gestión

del conocimiento. Por otro lado, el efecto de la sofisticación de los negocios es negativo cuando se calcula para el conjunto total de naciones. Nam y Ryu (2023) señalan que esto puede deberse a prácticas predatorias asociadas a la inversión extranjera directa, que pueden limitar el desarrollo humano en términos de salud, longevidad y educación. Cervantes et al. (2022) especifican que este efecto negativo, relacionado con el flujo de inversión (*spillover*), es más pronunciado en países con instituciones públicas más débiles.

La creación artística, el conocimiento y la tecnología contribuyen de manera considerable al desarrollo humano en general, pero especialmente en países que ya tienen altos índices de desarrollo. Esto concuerda con lo planteado por Ridley et al. (2006), Zelenkov y Lashkevich (2023) y Azuh et al. (2020), quienes sostienen que las naciones con niveles de desarrollo más bajos deben enfocarse en fortalecer el capital humano y la investigación, mientras que los países de ingresos moderados deben avanzar hacia una infraestructura de mayor calidad y contar con instituciones más robustas antes de poder aprovechar otros elementos para el desarrollo humano. El estudio de Hameed et al. (2021), enfocado en países con alto desarrollo humano, confirma que la adquisición de nuevo conocimiento en estas naciones se relaciona con un mejor desempeño y tiene impactos positivos en la sociedad. Iqbal et al. (2019), por su parte, precisan que una mayor disponibilidad de tecnología entre las personas tiende a aumentar el desarrollo sostenible al proporcionar un mayor acceso a información pertinente para la ciudadanía.

Es relevante destacar que la creación artística desempeña un papel significativo en el avance de la sustentabilidad. Esto se debe a la mayor participación de la población en este tipo de expresiones, lo que conlleva a un aumento en su bienestar general, especialmente en una nación con un fuerte capital cultural y capacidad artística.

Del estudio se desprende que toda política orientada a fomentar la innovación y el desarrollo humano debe tener en cuenta las características socioeconómicas del país. Las naciones con un mayor desarrollo tienen la oportunidad de aprovechar una amplia gama de alternativas para promover un entorno innovador que contribuya al desarrollo integral de sus ciudadanos, haciendo uso del capital tecnológico, de conocimiento y financiero. En contraste, los países con un nivel de desarrollo menor deben abordar aspectos fundamentales como la inversión en investigación y desarrollo, la mejora de la infraestructura y el fortalecimiento de las instituciones. La priorización inadecuada de estos elementos, como el fomento de entornos empresariales sofisticados sin resolver los problemas estructurales, puede agravar el índice de desarrollo humano.

La asociatividad entre organismos del ámbito público, privado y académico, así como la cooperación internacional, pueden ser de gran ayuda para que los países menos favorecidos avancen hacia índices más altos de innovación y desarrollo humano. Es importante promover iniciativas similares a la Agenda de Desarrollo de la ONU para el 2030, que se centren en cerrar las brechas de desarrollo en las naciones, acercando el conocimiento, la tecnología y las artes a través de la democratización del conocimiento.

Cabe mencionar que los resultados de esta investigación respaldan la teoría de capacidades desarrollada por Sen, Nussbaum y Clark, la cual sostiene que un estado que promueva el desarrollo humano a través de las capacidades individuales puede lograr un auténtico bienestar integral y sostenible. En este sentido, la innovación, como ha sido discutido previamente, es un elemento clave que debe abordarse a través de políticas públicas, ya que tiene beneficios positivos tanto en las redes de innovación como en la sociedad general. Esto incluye el desafío de abordar las desigualdades y las barreras que limitan el acceso a las oportunidades de desarrollo, enfatizando programas que promuevan la educación, la salud, el acceso a empleo digno, la igualdad de género, la participación ciudadana y la protección de los derechos humanos. Desde esta perspectiva, las asociaciones y organismos de la comunidad civil juegan un papel fundamental al presionar tanto al sector público como al privado para que los esfuerzos en innovación se traduzcan en beneficios tangibles para la humanidad. De este modo, estos hallazgos subrayan la necesidad de impulsar la innovación como parte integral de la gestión pública y de promover su impacto en el progreso colectivo.

Finalmente, se recomienda a los responsables de formular políticas públicas considerar esta información en la confección de lineamientos para el desarrollo humano, especialmente desde la esfera gubernamental. Desde el ámbito académico, se anima a profundizar en los hallazgos sobre las causas que generan esta diferenciación en el abanico de posibilidades de desarrollo de la innovación entre países con diferentes recursos. Los estudios de caso que se centren en países o regiones específicas del mundo pueden ser útiles para comprender los elementos más profundos y arraigados en diferentes contextos. Por lo demás, es importante destacar las implicaciones significativas vinculadas con la capacidad predictiva del nivel de desarrollo de un país al considerar los insumos y resultados de la innovación mediante técnicas de agrupamiento. Es recomendable seguir investigando y desarrollando esta línea de estudio para fortalecer las herramientas disponibles en la gestión pública en términos de innovación y su relación con el desarrollo. Esto permitirá contar con recursos más sólidos para impulsar el progreso y la prosperidad en las naciones.

## Referencias

- [1] Adrogué, C., & Crespo, R. (2010). Implicit Assumptions when Measuring in Economics : The Human Development Index (HDI) as a Case Study. *Revista Cultura Económica*, 28(79), 33–42. <https://erevistas.uca.edu.ar/index.php/CECON/article/view/2543>
- [2] Alfaro-Calderón, G., Zaragoza, A., Alfaro-García, V., & Gil-Lafuente, A. (2020). Innovation Capabilities and Innovation Systems: A Forgotten Effects Analysis of Their Components. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 894, 51–62. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-15413-4\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-15413-4_5)
- [3] Alkire, S. (2002). Dimensions of Human Development. *World development*, 30(2), 181–205. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(01\)00109-7](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(01)00109-7)
- [4] Appiah, M., Amoasi, R., & Frowne, D. I. (2019). Human Development and Its Effects on Economic Growth and Development. *International Research Journal of Business*

- Studies*, 12(2), 101–109. <https://doi.org/10.21632/irjbs.12.2.101-109>
- [5] Arshed, N., Hanif, N., Aziz, O., & Croteau, M. (2022). Exploring the Potential of Institutional Quality in Determining Technological Innovation. *Technology in Society*, 68, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101859>
- [6] Azuh, D. E., Ejemeyovwi, J. O., Adiat, Q., & Ayanda, B. A. (2020). Innovation and Human Development Perspectives in West Africa. *SAGE Open*, 10(4), 1–10. <https://doi.org/10.1177/2158244020983277>
- [7] Callegari, B., & Nybakk, E. (2022). Schumpeterian Theory and Research on Forestry Innovation and Entrepreneurship: The State of the Art, Issues and An Agenda. *Forest Policy and Economics*, 138, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2022.102720>
- [8] Casadella, V., & Tahi, S. (2023). National Innovation Systems in Low-Income and Middle-Income Countries: Re-evaluation of Indicators and Lessons for a Learning Economy in Senegal. *Journal of the Knowledge Economy*, 14(3), 2107–2137. <https://doi.org/10.1007/s13132-022-00945-8>
- [9] Cavenaile, L., Roldan-Blanco, P., & Schmitz, T. (2023). International Trade and Innovation Dynamics with Endogenous Markups. *The Economic Journal*, 133(651), 971–1004. <https://doi.org/10.1093/ej/ueac085>
- [10] Cervantes, I. O., Dang, H., & Eapen, A. (2022). Foreign Direct Investment and Human Development. En Merchant, H. (Eds.), *The New Frontiers of International Business: Development, evolving topics, and implications for practice* (pp. 375–408). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-06003-8\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-031-06003-8_19)
- [11] Chikalipah, S., & Makina, D. (2019). Economic Growth and Human Development: Evidence from Zambia. *Sustainable Development*, 27(6), 1023–1033. <https://doi.org/10.1002/sd.1953>
- [12] Clark, D. (2006). *The Elgar Companion to Development Studies*. Edward Elgar Publishing.
- [13] Crespo, N. F., & Crespo, C. F. (2016). Global Innovation Index: Moving beyond The Absolute Value of Ranking with a Fuzzy-Set Analysis. *Journal of Business Research*, 69(11), 5265–5271. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.04.123>
- [14] Domanski, D., Howaldt, J., & Schröder, A. (2017). Social Innovation in Latin America. *Journal of Human Development and Capabilities*, 18(2), 307–312. <https://doi.org/10.1080/19452829.2017.1299698>
- [15] Dritsaki, M., & Dritsaki, C. (2023). R&D Expenditures on Innovation: A Panel Cointegration Study of the E.U. Countries. *Sustainability (Switzerland)*, 15, 6637. <https://doi.org/10.3390/su15086637>
- [16] Frugoli, P. A., Almeida, C. M. V. B., Agostinho, F., Giannetti, B. F., & Huisingh, D. (2015). Can Measures of Well-Being and Progress Help Societies to Achieve Sustainable Development? *Journal of Cleaner Production*, 90, 370–380. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.076>
- [17] Gaitán-Angulo, M., Gómez-Caicedo, M. I., Quintero, A., Marmolejo Martín, J. A., Parra Méndez, H. C., & Briñez Torres, C. Y. (2023). Innovation and Efficiency in Latin American Countries: A Study of The Impact and Applied Evolution of Neural Networks. *International Journal of Revenue Management*, 13(4), 257–280.

- <https://doi.org/10.1504/IJRM.2023.134677>
- [18] Garcés-Velástegui, P. (2022). Modelling Amartya Sen's Capability Approach: An Interdisciplinary and Contemporary Account. *Philosophical Readings*, 14(2), 85–93. <https://open.unive.it/ojs/index.php/pr/article/view/143>
- [19] Gracia-Calandín, J., & Tamarit-López, I. (2021). Education as A Common Good from The Capability Approach. *Journal of Philosophy of Education*, 55(4-5), 817–828. <https://doi.org/10.1111/1467-9752.12575>
- [20] Granstrand, O., & Holgersson, M. (2020). Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition. *Technovation*, 90–91(May 2019). <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2019.102098>
- [21] Guo, H., Guo, A., & Ma, H. (2022). Inside The Black Box: How Business Model Innovation Contributes to Digital Start-Up Performance. *Journal of Innovation and Knowledge*, 7(2), 100188. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2022.100188>
- [22] Gürler, C., Çağlar, M., & Önay, O. (2020). Clustering Countries by K-means Method According to Causes of Death. *Alphanumeric Journal*, 8(1), 111–130. <https://ideas.repec.org/a/anm/alpnmr/v8y2020i1p111-130.html>
- [23] Hameed, K., Arshed, N., & Munir, M. (2021). Role of Knowledge Creation and Absorptive Capacity: A Panel Data Study of Innovation. *SEISENSE Journal of Management*, 4(2), 25–44. <https://doi.org/10.33215/sjom.v4i2.579>
- [24] Howaldt, J., & Schwarz, M. (2017). Social Innovation and Human Development—How the Capabilities Approach and Social Innovation Theory Mutually Support Each Other. *Journal of Human Development and Capabilities*, 18(2), 163–180. <https://doi.org/10.1080/19452829.2016.1251401>
- [25] Hughes, I., Byrne, E., Glatz-Schmallegger, M., Harris, C., Hynes, W., Keohane, K., & Gallachóir, B. (2021). Deep Institutional Innovation for Sustainability and Human Development. *World Futures*, 77(5), 371–394. <https://doi.org/10.1080/02604027.2021.1929013>
- [26] Huseynov, A. G. (2021). Impact of Environmental Innovation on Country Socio-Economic Development. *Marketing and Management of Innovations*, 5(2), 293–302. <https://doi.org/10.21272/mmi.2021.2-24>
- [27] Iqbal, K., Hassan, S. T., Peng, H., & Khurshaid. (2019). Analyzing the role of information and telecommunication technology in human development: panel data analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(15), 15153–15161. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04918-4>
- [28] Jankowska, B., Matysek-Jędrych, A., & Mroczek-Dąbrowska, K. (2017). Efficiency of National Innovation Systems: Poland and Bulgaria in The Context of the Global Innovation Index. *Comparative Economic Research*, 20(3), 77–94. <https://doi.org/10.1515/cer-2017-0021>
- [29] Kaasa, A. (2016). Culture as a Possible Factor of Innovation: Evidence from the European Union and Neighboring Countries. En C. Braedel-Kühner, & A. Müller (eds.), *Re-Thinking Diversity* (pp. 83–107). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-11502-9\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-658-11502-9_5)
- [30] Kjellberg, I., & Jansson, B. (2022). The Capability Approach in Social Work Research: A

- Scoping Review of Research Addressing Practical Social Work. *International Social Work*, 65(2), 224–239. <https://doi.org/10.1177/0020872819896849>
- [31] Kline, S. J., & Rosenberg, N. (2010). An Overview of Innovation. En N. Rosenberg (ed.), *Studies on Science and The Innovation Process* (pp. 173–203). World Scientific. [https://doi.org/10.1142/9789814273596\\_0009](https://doi.org/10.1142/9789814273596_0009)
- [32] Knoll, M. (2022). Martha Nussbaum and Aristotle on Distributive Justice and Equality. *Polis: The Journal for Ancient Greek and Roman Political Thought*, 39(3), 498–526. <https://doi.org/10.1163/20512996-12340379>
- [33] Ladi, T., Mahmoudpour, A., & Sharifi, A. (2021). Assessing Impacts of the Water Poverty Index Components on The Human Development Index in Iran. *Habitat International*, 113, 102375. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2021.102375>
- [34] Lind, N. (2019). A Development of the Human Development Index. *Social Indicators Research*, 146(3), 409–423. <https://doi.org/10.1007/s11205-019-02133-9>
- [35] Liu, C., Gao, X., Ma, W., & Chen, X. (2020). Research on Regional Differences and Influencing Factors of Green Technology Innovation Efficiency of China's High-Tech Industry. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 369, 112597. <https://doi.org/10.1016/j.cam.2019.112597>
- [36] Londono-Escudero, C. (2023). Nature Governance for Collective Well-Being: Reconciling Holistic Sustainability and Human Development. *Journal of Humanities and Applied Social Sciences*, 5(3), 193–210. <https://doi.org/10.1108/jhass-02-2022-0029>
- [37] Long, X., Yu, H., Sun, M., Wang, X. C., Klemeš, J. J., Xie, W., Wang, C., Li, W., & Wang, Y. (2020). Sustainability Evaluation Based on The Three-Dimensional Ecological Footprint and Human Development Index: A Case Study on The Four Island Regions in China. *Journal of Environmental Management*, 265. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110509>
- [38] Makarycheva, I. V., & Shishkanova, G. A. (2021). Impact of Public Investment on The Quality of Human Capital. *E3S Web of Conferences*, 291. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202129105007>
- [39] Mercan, B., & Götkas, D. (2011). Components of Innovation Ecosystems. *International Research Journal of Finance and Economics*, 76, 102–112. [https://www.researchgate.net/publication/283797767\\_Components\\_of\\_Innovation\\_Ecosystems\\_A\\_Cross-Country\\_Study](https://www.researchgate.net/publication/283797767_Components_of_Innovation_Ecosystems_A_Cross-Country_Study)
- [40] Mirahmadizadeh, A., Ghelichi-Ghojogh, M., Vali, M., Jokari, K., Ghaem, H., Hemmati, A., Jafari, F., Dehghani, S. S., Hassani, A. H., Jafari, A., & Rezaei, F. (2022). Correlation between Human Development Index and Its Components with COVID-19 Indices: A Global Level Ecologic Study. *BMC Public Health*, 22(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-13698-5>
- [41] Miranda-Lescano, R., Muinelo-Gallo, L., & Roca-Sagalés, O. (2023). Human Development and Decentralization: The Importance of Public Health Expenditure. *Annals of Public and Cooperative Economics*, 94(1), 191–219. <https://doi.org/10.1111/apce.12373>
- [42] Mohamed, E. S. E. (2020). Resource Rents, Human Development and Economic Growth in Sudan. *Economies*, 8(99), 1–22.

- <https://doi.org/10.3390/ECONOMIES8040099>
- [43] Morales, R., & Álvarez, E. L. (2021). Innovación abierta como acelerador de competitividad y resultados empresariales, un estudio bibliométrico. *Revista Economía y Política*, (34), 1–16. <https://doi.org/10.25097/rep.n34.2021.01>
- [44] Mota, R., & Oliveira, J. F. (2014). Combining Innovation and Sustainability: An Educational Paradigm for Human Development on Earth. *Brazilian Journal of Science and Technology*, 1(2), 1–12. <https://doi.org/10.1186/2196-288x-1-2>
- [45] Nam, H. J., & Ryu, D. (2023). FDI and human development: The role of governance, ODA, and national competitiveness. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 85, 101769. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2023.101769>
- [46] Nasierowski, W., & Arcelus, F. J. (1999). Interrelationships among The Elements of National Innovation Systems: A Statistical Evaluation. *European Journal of Operational Research*, 119(2), 235–253. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00128-9](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00128-9)
- [47] Nematova, S. (2022). Structural Changes in the Innovation-Investment Entrepreneurship of the Economy of the Region. *International Journal of Social Sciences & Interdisciplinary Research*, 11(10), 184–187. <https://www.gejournal.net/index.php/IJSSIR/article/view/1048>
- [48] Nie, P. & Yang, Y. (2023). Innovation and competition with human capital input. *Managerial and Decision Economics*, 44(3), 1779-1785. <https://doi.org/10.1002/mde.3782>
- [49] Oliinyk, O., Mishchuk, H., Vasa, L., & Kozma, K. (2023). Social Responsibility: Opportunities for Integral Assessment and Analysis of Connections with Business Innovation. *Sustainability (Switzerland)*, 15(6), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su15065608>
- [50] Ozorhon, B., Oral, K., & Demirkesen, S. (2016). Investigating the Components of Innovation in Construction Projects. *Journal of Management in Engineering*, 32(3), 1–10. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)me.1943-5479.0000419](https://doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000419)
- [51] Peel, B. (2019). *A Quantitative Analysis of the Relationship between The 12 Components of the Index of Economic Freedom (IEF) and the Human Development Index (HDI) Scores within The 16 Southern African Development Community (SADC) Nations* [tesis de maestría, Rhodes University]. <http://vital.seals.ac.za:8080/vital/access/manager/PdfViewer/vital:45171/SOURCE1?viewPdfInternal=1>
- [52] Pellicer-Sifres, V., Belda-Miquel, S., López-Fogués, A., & Boni Aristizábal, A. (2017). Grassroots Social Innovation for Human Development: An Analysis of Alternative Food Networks in the City of Valencia (Spain). *Journal of Human Development and Capabilities*, 18(2), 258–274. <https://doi.org/10.1080/19452829.2016.1270916>
- [53] Purwanda, E. (2022). The Influence of the Human and Economic Index Development Components on the Unemployment Rate in Indonesia. *International Journal of Demos*, 4(2), 761–772. <https://doi.org/10.37950/ijdv4i2.264>
- [54] Qureshi, M. A., Qureshi, J. A., Ahmed, A., Qaiser, S., Ali, R., & Sharif, A. (2020). The Dynamic Relationship Between Technology Innovation and Human Development in Technologically Advanced Countries: Fresh Insights from Quantiles-on-Quantile Approach. *Social Indicators Research*, 152(2), 555–580. <https://doi.org/10.1007/s11205->

020-02451-3

- [55] Rahman, R. A., Raja, M. A., & Ryan, C. (2020). The Impact of Human Development on Economic Growth: A Panel Data Approach. *Economics Research Network*, 1–38. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3526909>
- [56] Redondo-Rodríguez, L., Yábar, D. C. P. B., & Díaz-Garrido, E. (2023). Impact of Technological Innovation on Digital Entrepreneurship and The Effects on the Economy. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 19(3), 1501–1526. <https://doi.org/10.1007/s11365-023-00873-2>
- [57] Ridley, T., Yee-Cheong, L., & Juma, C. (2006). Infrastructure , Innovation and Development. *International Journal of Technology and Globalisation*, 2(3/4), 268–278. <https://doi.org/10.1504/IJTG.2006.011915>
- [58] Rocha, J. L. M., Zela, M. A. C., Torres, N. I. V., Medina, G. S., & Pública, G. (2021). Analogy of the Application of Clustering and K-Means Techniques for the Approximation of Values of Human Development Indicators. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(9), 526–532. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2021.0120959>
- [59] Rohima, S., Junaidi, Nasyaya, A., & Hamira. (2023). Analysis of Human Development Index, Government Expenditure, Exports and Imports on Economic Growth in ASEAN-5. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 12(2), 92–101. <https://doi.org/10.23960/jep.v12i2.1171>
- [60] Saida, Z. Z., Siti, A., Caisar, D. D., & Musdalifah, A. (2021). Spurring Economic Growth in Terms of Happiness, Human Development, Competitiveness, and Global Innovation: The ASEAN Case. *ASEAN Journal on Science and Technology for Development*, 38(1), 1–6. <https://doi.org/10.29037/ajstd.653>
- [61] Saragih, J. (2022). Local Government Capital Expenditure, Internal Supervision, Wealth and Human Development: Evidence from Indonesia. *Jurnal Dinamika Akuntansi Dan Bisnis*, 9(1), 89–106. <https://doi.org/10.24815/jdab.v9i1.23562>
- [62] Sari, D., Kusuma, B. A., Sihotang, J., & Febrianti, T. (2023). The Role of Entrepreneurial Marketing & Innovation Capability in The Performance of SMEs During Covid-19 Pandemic: Evidence of MSMEs in West Java. *Cogent Business and Management*, 10(1). <https://doi.org/10.1080/23311975.2023.2194091>
- [63] Singh, D. (2019). Determinant of Innovation and its Impact on Foreign Direct Investment: Context of Europe. *Researchers World : Journal of Arts, Science and Commerce*, 10(1), 1–11. [https://www.researchgate.net/publication/331324575\\_Determinant\\_of\\_Innovation\\_and\\_its\\_Impact\\_on\\_Foreign\\_Direct\\_Investment\\_Context\\_of\\_Europe](https://www.researchgate.net/publication/331324575_Determinant_of_Innovation_and_its_Impact_on_Foreign_Direct_Investment_Context_of_Europe)
- [64] Siregar, B. (2019). Direct and INDIRECT EFFECTS of INVESTMENT on cOMMUNITY WELFAre. *Investment Management and Financial Innovations*, 16(3), 206–216. [https://doi.org/10.21511/imfi.16\(3\).2019.19](https://doi.org/10.21511/imfi.16(3).2019.19)
- [65] Stylianou, T., Nasir, R., & Waqas, M. (2023). Inclusive Human Development and Governance Nexus: Causality Analysis of Selected Asian Countries. *Economies*, 11(3), 1–14. <https://doi.org/10.3390/economies11030097>
- [66] Taqi, M., Ali, M. S. e, Parveen, S., Babar, M., & Khan, I. M. (2021). An analysis of Human Development Index and Economic Growth. A Case Study of Pakistan. *IRASD*

- Journal of Economics*, 3(3), 261–271. <https://doi.org/10.52131/joe.2021.0302.0042>
- [67] Tümay, M. (2021). The Effect of Fiscal Decentralization on The Human Development Index and Its Components: A Panel Data Study. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 7(2), 357–373. <https://doi.org/10.20979/ueyd.954645>
- [68] Tutak, M., & Brodny, J. (2022). Business Digital Maturity in Europe and Its Implication for Open Innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(27). <https://doi.org/10.3390/joitmc8010027>
- [69] Usman, K., Zhiying, L., Huayan, S., Xin, J., & Yujia, J. (2022). The Study of Innovation and Absorptive Capacity of BRICS Countries by Using Multiple Regression Analysis. *International Journal of Innovation*, 10(1), 118–151. <https://doi.org/10.5585/iji.v10i1.20717>
- [70] Van Jaarsveld, J. (2020). Nussbaum’s Capability Approach and African Environmental Ethics: Is The African Voice Heard? *Oxford Development Studies*, 48(2), 135–147. <https://doi.org/10.1080/13600818.2020.1759037>
- [71] Wijaya, A., Tasençe, T., Darma, D. C., & Kasuma, J. (2021). Labor Force and Economic Growth Based on demographic Pressures, Happiness, and Human Development: Empirical from Romania. *Journal of Eastern European and Central Asian Research*, 8(1), 40–50. <https://doi.org/10.15549/jeecar.v8i1.571>
- [72] World Intellectual Property Organization. (2021). *Global Innovation Index 2021: Tracking Innovation through the COVID-19 Crisis*. WIPO, World Intellectual Property Organization. [https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\\_pub\\_gii\\_2021.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2021.pdf)
- [73] Zelenkov, Y., & Lashkevich, E. (2023). Does Information and Communication Technology really Affect Human Development? An Empirical Analysis. *Information Technology for Development*, 29(2–3), 329–347. <https://doi.org/10.1080/02681102.2022.2081116>