



Los efectos del IDH sobre las emisiones de CO₂ en América Latina y el Caribe

*Esmeralda Matilde Villegas Pocaterra**

*Leobaldo Enrique Molero Oliva***

*Virginia Elizabeth Rodríguez López****

*Tanya Shyrna Andino Chancay*****

Fecha de recepción: 18 de febrero de 2022

Fecha de aprobación: 25 de mayo de 2022

Resumen: El propósito de esta investigación es estimar los efectos del índice de desarrollo humano (IDH) sobre las emisiones de dióxido de carbono per cápita con datos de 19 países de América Latina y el Caribe que cubren el período 1990-2019 con frecuencia anual. En cuanto al nivel de desarrollo humano, se evaluaron los índices de las dimensiones ingresos, salud y educación. Se utilizó una regresión cuantílica para estimar el efecto del regresor IDH sobre los diferentes cuantiles de la distribución de las emisiones per cápita. De acuerdo con los resultados, el efecto es mayor en los deciles superiores de la distribución de las emisiones, por lo que, de no adoptarse políticas específicas en la dimensión ambiental, la consecución de mayores niveles de desarrollo humano, indicado por un IDH más alto, tendría consecuencias perniciosas sobre las emisiones, haciendo que el desarrollo no esté acompañado de sostenibilidad ambiental.

Palabras clave: índice de desarrollo humano, emisiones de CO₂, desarrollo humano, desarrollo sostenible, regresión por cuantiles, América Latina y el Caribe.

Clasificación JEL: O10, O13, O,15, O54, Q01, Q56.

Cómo citar:

Villegas Pocaterra, E., Molero Oliva, L. E., Rodríguez López, V. E., & Andino Chancay, T. S. (2022). Los efectos del IDH sobre las emisiones de CO₂ en América Latina y el Caribe. *Apuntes del Cenes*, 41(74). Págs. 141 - 175. <https://doi.org/10.19053/01203053.v41.n74.2022.13996>

* Doctora en Ciencias Económicas, profesora categoría titular de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. esmeraldavillegas@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-4547-2023> Contacto de correspondencia.

** Magíster en Economía, economista, docente categoría agregado de la Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. lmolerooliva@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-4024-7441>

*** Magíster en Comercio y Finanzas Internacionales, Ingeniero en Comercio Exterior y Negocios Internacionales, Docente en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta-Ecuador. Correo electrónico: virginia.rodriguez@uleam.edu.ec <https://orcid.org/0000-0001-7462-0702>

**** Magíster en Comercio y Finanzas Internacionales, ingeniero en Comercio Exterior y Negocios Internacionales, docente en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador. tanya.andino@uleam.edu.ec <https://orcid.org/0000-0003-0804-9987>

Effects of the HDI on CO₂ Emissions in Latin America and the Caribbean

Abstract

The purpose of this research is to assess the effects of the Human Development Index (HDI) on carbon dioxide emissions per capita with data from 19 countries in Latin America and the Caribbean for the period 1990-2019 with annual frequency. Regarding the level of human development, the indices of the income, health and education dimensions were estimated. A quantile regression was used to evaluate the effect of the HDI regressor on the different quantiles of the distribution of emissions per capita. According to the results, the effect is greater in the upper deciles of the distribution of emissions, therefore, if specific policies are not assumed in the environmental dimension, the achievement of higher levels of human development, indicated by a higher HDI, would have pernicious consequences on emissions, making development not go hand in hand with environmental sustainability.

Keywords: Human Development Index, CO₂ emissions, human development, sustainable development, quantile regression, Latin America and the Caribbean.

INTRODUCCIÓN

Los gases de efecto invernadero (GEI) están constituidos por emisiones de dióxido de carbono (CO₂), vapor de agua y otros gases (óxido nitroso, metano, ozono) que, en conjunto, tienen repercusiones medioambientales negativas como, por ejemplo, el calentamiento global (Letcher, 2020). Las actividades humanas que promueven el uso de energías no renovables y la quema de combustibles fósiles configuran una de las causas del incremento en las emisiones de CO₂, lo que suscita cambios rápidos en las temperaturas y en los sistemas climáticos no atribuidos a la variabilidad por factores naturales (Bravo, 2014).

La más notable de las acciones humanas en sociedad se erige a través de las actividades de producción, distribución y consumo de bienes y servicios para la satisfacción de las necesidades materiales del ser humano. Ahora bien, uno de los objetivos de política económica consiste en incrementar la capacidad del sistema económico para generar una mayor producción de bienes que

permita cubrir las necesidades de una población creciente. A esto se le conoce como crecimiento económico y se traduce como una elevación del ingreso per cápita.

No obstante, la promoción del crecimiento como vehículo para el desarrollo desde el punto de vista material ha estado en el centro del debate por, al menos, dos razones: 1) con relación a si refleja lo que debe constituir el significado del desarrollo, más allá de las metas estrictamente económicas; y 2) por los efectos que induce sobre el medioambiente, debido a que un mayor crecimiento exige incrementar rápidamente la producción económica, y esta última es a su vez la primera fuente antropogénica del deterioro ambiental y el cambio climático.

Desde la década de los noventa del siglo pasado la primera crítica a dicha visión se trató de subsanar con la introducción del concepto de desarrollo humano y el índice de desarrollo humano (IDH), donde el progreso y el bienestar han estado definidos menos por el crecimiento del producto interno bruto

(PIB) agregado y más por objetivos sociales (Hickel, 2020; Castro, 2015), sobre la base de la propuesta brindada en el enfoque de las capacidades (Sen, 1988). Con todo, se sigue cuestionando aún si el desarrollo humano representa el desarrollo, en ese sentido, si no está acompañado del mismo modo por la sustentabilidad medioambiental.

A ese respecto, cómo mejorar la calidad ambiental y lograr, al mismo tiempo, el desarrollo humano sigue siendo un problema importante de sostenibilidad (Kassouri & Altıntaş, 2020). Según algunos autores, el IDH tiene límites que se han hecho evidentes en el siglo XXI, dada la creciente crisis del cambio climático y el colapso ecológico (Hickel, 2020; Tafani *et al.*, 2015).

Consecuentemente, es posible alcanzar mayores niveles de IDH al tiempo que se viola la sostenibilidad ecológica a través de mayores emisiones de CO₂, inducidas por el uso de energías que demanda el mismo proceso de desarrollo y los cambios económicos cuantitativos (Vergara & Ortiz, 2016). Por ejemplo, Caraballo y García (2017) dicen que el modelo de crecimiento y desarrollo económico vigente en algunos países de Europa suscita el consumo de energía no renovable, pero no el de las renovables, lo cual deriva en un mayor impacto en forma de contaminación, a pesar de que esos países tienen como característica elevados niveles de desarrollo humano.

De esa forma, el desarrollo humano podría coincidir con algún grado de sostenibilidad débil, con depreciaciones en el acervo de recursos naturales disponibles (Arias, 2006). Lo anterior demanda nuevos planteamientos de desarrollo que integren “positivamente los objetivos económicos, sociales y ambientales” (Guamán & Torres-Ontaneda, 2021, p. 23), que se manifiestan mediante el concepto de desarrollo sostenible. En atención a lo antes comentado, las discusiones sobre sostenibilidad tienen como uno de sus pilares la relación entre la creación de riqueza y producción económica, la calidad de vida y las consecuentes implicaciones ambientales generadas (Cibulka & Giljum, 2020).

Mientras tanto, en regiones como América Latina y el Caribe, los diversos paradigmas de desarrollo se han impuesto en la agenda de políticas económicas y en las discusiones académicas debido a la necesidad de los países de alcanzar mayores estándares de vida para sus poblaciones. Ello incluye tanto metas de mayor crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) total y per cápita, como logros en relación con las dimensiones del desarrollo humano y social. Pese a los avances en crecimiento y desarrollo humano, la evidencia preliminar apunta también a incrementos en las emisiones de CO₂ per cápita.

Tezanos (2018), por ejemplo, encuentra algunos conglomerados de países de

la región con las siguientes características: mayores niveles de desarrollo y alta contaminación, en forma de altas emisiones; otros países con niveles intermedios de desarrollo y, también, elevados problemas de contaminación; un conglomerado representado por menores niveles de desarrollo y menos contaminación. Esto deja entrever, como cuestión pendiente, que el efecto del desarrollo humano sobre las emisiones puede variar entre los países, de forma tal que no todos están transitando adecuadamente del desarrollo humano al desarrollo sostenible.

Este trabajo, en consecuencia, pretende brindar un aporte a ese vacío en la relación entre el nivel de desarrollo humano y sus consecuencias medioambientales. Por lo expuesto, el objetivo del artículo consiste en estimar los efectos del IDH sobre las emisiones de dióxido de carbono per cápita con datos de 19 países de América Latina y el Caribe que cubren el período 1990-2019 con frecuencia anual.

El artículo se organiza de la siguiente forma: esta introducción como una primera sección; posteriormente se brinda una revisión de la teoría y la literatura sobre desarrollo humano, desarrollo sostenible y algunos antecedentes empíricos en torno a la relación entre IDH y emisiones; la tercera sección presenta la metodología del estudio, conformada por los datos y sus fuentes, así como el modelo de regresión cuantílica. En la cuarta sección se exponen los resul-

tados hallados y su correspondiente discusión. Finalmente, la quinta sección del artículo presenta las conclusiones.

TEORÍA Y LITERATURA

Desarrollo humano y desarrollo sostenible: significado y medición

Phélan (2011) afirma que el desarrollo se puede entender como un concepto que hace “referencia a evolucionar, crecer, avanzar por etapas” (p. 71). Desde el punto de vista económico y social, tiene que ver con el análisis del desempeño de los procesos económicos de una sociedad, tanto de forma comparativa como desde una perspectiva de evolución en el tiempo. En el campo económico, la idea de desarrollo gana terreno a partir de los cambios cuantitativos presentados en la esfera de la economía durante la Revolución Industrial del siglo XVIII, período en el cual se generó cierto progreso material en cierta parte de Europa Occidental, y que se fue trasladando hacia el resto de los países debido a la necesidad de lograr la convergencia en niveles de vida y opulencia respecto a los llamados países desarrollados.

Desde entonces, el desarrollo constituye una meta por sí misma en la mayor parte de los países del mundo, desempeñando un papel crucial en el bienestar material. Sin embargo, la noción de desarrollo ha sido un concepto bastante discutido dentro de la disciplina económica, debido a su carácter complejo y multidimensional (Tezanos, 2018; Phélan,

2011). Desde los años noventa del siglo pasado, uno de los enfoques más aceptados ha sido el de desarrollo humano, que constituye una aproximación al desarrollo basado en las capacidades y libertades de las personas para alcanzar funcionamientos valiosos o para elegir el vivir como deseen (Sen, 1988; Vethencourt, 2007), y redefine la concepción anterior orientada hacia metas estrictamente económicas como el crecimiento sostenido del PIB.

El desarrollo humano es concebido como el proceso en el que aumentan las oportunidades de las personas y sus niveles de vida, las cuales pueden ser infinitas y cambiantes. Las esenciales a todos los niveles de desarrollo son: disfrutar de una vida larga y saludable (longevidad y salud), adquirir conocimientos (educación), y tener acceso a los medios necesarios para lograr una vida decente (acceso a recursos). Bajo este paradigma, la gestión del desarrollo se centra en las personas y no solo en la actividad económica material, en los aumentos de los ingresos y las transformaciones de los sectores productivos e industriales (Garcés, 2019; Ibáñez *et al.*, 2017; Vergara & Ortiz, 2016). Por consiguiente, un mayor nivel de desarrollo humano evidenciaría una mejor calidad de vida y bienestar de la población, que articula lo económico con la inclusión social. De este modo, se asienta una percepción distinta del proceso y las metas del desarrollo (Bustelo, 1999).

Desde el punto de vista metodológico, esta noción se manifiesta y consolida mediante el IDH, el cual está catalogado entre las mediciones holísticas de los niveles de bienestar y capacidades (Todaro & Smith, 2012; Gerónimo *et al.*, 2020). Este indicador fue introducido por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en 1990, y se compone de tres dimensiones centrales del desarrollo humano: ingresos o calidad de vida, salud y educación (Morse, 2003), como se muestra en la siguiente ecuación:

$$IDH = (I_{\text{ingresos}} \cdot I_{\text{salud}} \cdot I_{\text{educación}})^{1/3} \quad [1]$$

Según la expresión [1], el IDH se compone de tres subíndices, uno para cada dimensión del desarrollo: índice de ingresos, índice de salud y un índice para el componente de educación, calculándose como un promedio geométrico. Así, el desarrollo humano comprende la satisfacción de tres necesidades de todos los seres humano: ingresos para una mayor calidad de vida material, acceso a la salud y acceso a educación. Un mayor logro en estos términos se traduce en mayor bienestar humano.

Con todo, estas necesidades humanas y su satisfacción están atadas a actividades de consumo, que a su vez demandan servicios ligados al uso de energía fósil (demanda de energía, como la electricidad, petróleo, gas y carbón) con

impacto en las emisiones de carbono y otros gases de efecto invernadero (GEI) (Li & Chen, 2021; Niu *et al.*, 2013). En ese sentido, el IDH no incluye la dimensión ambiental del desarrollo.

Como respuesta, algunas líneas de investigación han abordado la inclusión de la cuestión ambiental en el índice. Por ejemplo, se hicieron ajustes que añadieron el elemento que refleja el impacto ambiental (Neumayer, 2010) y que conllevaron el surgimiento del índice de desarrollo humano sostenible (Bravo, 2014). Por otro lado, hay una línea de investigación que aborda cómo los esfuerzos de alcanzar mayores niveles de bienestar en la población, según la medición del desarrollo humano, terminan afectando negativamente el desempeño del medioambiente a través de mayores emisiones de GEI.

En consideración a lo anterior, Vita *et al.* (2019) señalan que, si bien la calidad de vida es el resultado de satisfacer las necesidades humanas, tal como se

plantea en las dimensiones del desarrollo humano, las estrategias adoptadas para mejorar la provisión de bienes y lograr mayor nivel de desarrollo derivan, por lo general, en un aumento de la degradación ambiental, que hace insostenible el proceso mismo de crecimiento y desarrollo.

De ese modo, a la cuestión del bienestar material, contenido en el concepto de desarrollo económico, junto con el bienestar social, a través del desarrollo humano, se promueve la sostenibilidad y la política ambiental como un pilar adicional para construir la noción de desarrollo sostenible (Conte-Grand & D'Elia, 2008). Esta estrategia multidimensional abarca al menos: desarrollo económico, inclusión social y sostenibilidad ambiental (Tezanos, 2018), como se representa en la Tabla 1 reflejando la interrelación sistémica entre sistema natural (medioambiente) y subsistema socioeconómico (Vergara & Ortiz, 2016).

Tabla 1. Componentes del desarrollo económico, humano y sostenible

Desarrollo económico	▶	Desarrollo humano	▶	Desarrollo sostenible
Ingreso per cápita y su tasa de crecimiento		Ingreso per cápita + educación + salud		Desarrollo humano + sostenibilidad ambiental

Fuente: elaboración de los autores (2022).

Emisiones de CO₂

Las emisiones y concentración de dióxido de carbono en la atmósfera han aumentado desde la Revolución

Industrial, y aún más a partir de que el desarrollo se convirtió, desde el punto de vista económico, en la principal meta de los países (Estenssoro, 2010). Es necesario acotar, de acuerdo con Vallejo

(2009), que lo imperativo no es solo crecer y desarrollarse, también debe sumarse a ello el objetivo de la renovación del capital natural deteriorado en los procesos de producción.

La gestión sostenible del entorno natural es uno de los temas más importantes para la humanidad, considerando que las generaciones futuras tendrán que depender de ella para su sustento y bienestar. La energía es esencial para todas las formas de actividad económica, así como el desarrollo y uso de tecnologías que la consumen. Según Neumeyer (2010), los mayores desafíos a los que se enfrenta la humanidad en este siglo serán romper el vínculo entre desarrollo y daño fuertemente insostenible al capital natural¹, lo que requiere una descarbonización muy significativa y rápida de sus economías. De igual manera, para el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2020):

La quema de combustibles fósiles rompe el equilibrio (reciclaje) natural del ciclo del carbono y genera nuestro producto invisible de desecho más abundante: el dióxido de carbono. En las economías industriales, alrededor del 80 % del flujo total anual de salida de materiales medido por su peso es dióxido de carbono y las emisiones globales procedentes de combustibles fósiles ascienden a unos 35.000 millones de toneladas de dióxido de carbono

anuales; otros 5.500 millones proceden de cambios en el uso de la tierra. La acumulación en la atmósfera de este dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero de origen antropogénico y el calentamiento global resultante de aproximadamente 1 °C están desestabilizando ya el sistema de la Tierra. (p. 117)

El rápido deterioro de las condiciones ambientales es uno de los mayores desafíos que enfrenta el mundo en la actualidad. Las temperaturas mundiales en constante aumento, la contaminación del aire, el agua y el suelo, el patrón cambiante de la lluvia son signos de una rápida degradación ambiental y están asociados principalmente con la industrialización (Ahmed *et al.*, 2017).

La teoría del desarrollo sostenible ha experimentado diferentes etapas de evolución desde que fue propuesta (Shi *et al.*, 2019). Hoy en día, esta teoría se ha convertido en una estrategia fundamental para orientar la transformación social y económica del mundo, puesto que es un concepto importante para integrar las dimensiones social, económica y ecológica del desarrollo y abordar conjuntamente los objetivos de conservación y cambio. Dado que, por regla general, estos objetivos no pueden lograrse simultáneamente, las compensaciones entre los diversos objetivos son ineludibles.

¹ Se clasifica en recursos no renovables, recursos renovables que se aprovechan y aquellos que no se utilizan en la producción.

Existen dos explicaciones principales sobre el concepto de sostenibilidad. La sostenibilidad débil, que se expresa como una visión centrada en el ser humano donde el capital natural puede ser reemplazado por capital manufacturado. Como una extensión de la economía del bienestar neoclásica, la sostenibilidad débil considera la cantidad total de capital manufacturado y capital natural como la más importante. En general, “lo que se quiere sostener son tasas de crecimiento del producto y con distribución equitativa entre la población en cada periodo de tiempo y a través [sic] del tiempo” (Arias, 2006, p. 203).

Por otra parte, el concepto de sostenibilidad fuerte es una visión centrada en la naturaleza de que el capital natural desempeña un papel insustituible en la producción y el consumo. Este concepto se basa principalmente en la teoría económica de estado estacionario donde el capital manufacturado no se puede duplicar sin la entrada de capital natural. Tiene como objetivo el mantenimiento del capital económico, ambiental y social a través de un uso eficiente de los recursos reemplazando los recursos naturales no renovables por renovables, por lo tanto, el proceso de desarrollo no solo requiere de un aumento en la cantidad total de capital, sino también la racionalidad de la estructura de capital y no cruzar los umbrales ecológicos. Además, el desarrollo económico no debe exceder el límite natural. Compartimos con

Arias (2006) la visión de que el enfoque completo de desarrollo sostenible debe incorporar sostenibilidad fuerte y desarrollo humano sostenible.

Algunos antecedentes empíricos

Según Neumayer (2010) y Hickel (2020), los países con un rendimiento alto o muy alto del IDH, por lo general, parecen ser fuertemente insostenibles, según lo medido por las huellas ecológicas, debido a las elevadas emisiones de dióxido de carbono en términos per cápita. En tal sentido, Pan (2005) identifica tres tipos de emisiones asociadas con el desarrollo humano: (1) emisiones para la satisfacción de necesidades básicas, (2) consumo colectivo y (3) emisiones de lujo/despilfarro.

Como resultado, se ha planteado que el desarrollo humano, según la visión del IDH, promueve un modelo de desarrollo que incluso puede resultar incompatible con la estabilidad ecológica a corto y largo plazo. Conforme lo antes expuesto, numerosos estudios han abordado empíricamente los impactos del desarrollo social y el crecimiento económico en el desempeño ambiental (Alotaibi & Alajlan, 2021). Entre los antecedentes más recientes se pueden mencionar los trabajos de Castro (2015), Bedir y Yilmaz (2016), Mohammed *et al.* (2019), Kassouri y Altıntaş (2020), Akbar *et al.* (2020), Lawson (2020), Alotaibi y Alajlan (2021), Sezgin *et al.* (2021) y Bieth (2021).

Bedir y Yilmaz (2016) examinan la relación causal entre el logaritmo del IDH y las emisiones de dióxido de carbono en 33 países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) durante 1992-2011. Este estudio considera las características específicas de cada país para explicar el vínculo entre el IDH y las emisiones de CO₂. Entre los resultados destacados prevalece la hipótesis de crecimiento para Dinamarca, Irlanda, Israel, Italia, Japón, Corea, Luxemburgo, Polonia, España, Eslovaquia, Turquía y Estados Unidos. Según dicha hipótesis, las políticas de conservación de energía para mitigar las emisiones, pueden al mismo tiempo tener efectos negativos sobre el IDH, principalmente mediante una reducción del crecimiento del PIB per cápita.

Mohammed *et al.* (2019) exploran las fuentes de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) (millones de toneladas métricas) en los 10 principales países emisores del mundo (China, Estados Unidos, India, Federación Rusa, Japón, Alemania, Corea del Sur, Irán, Canadá y Arabia Saudita), y encuentran una fuerte relación entre el índice de desarrollo humano, el crecimiento económico, así como la esperanza de vida saludable, con las emisiones de CO₂ del sector para la mayoría de los países investigados.

Por su parte, Kassouri y Altıntaş (2020) utilizan datos de panel para 13 países de Medio Oriente y Norte de África

durante 1990-2016, para examinar la asociación entre el desarrollo humano y la huella ecológica y probar si el nexo de compensación se mantiene entre estos dos indicadores basados en la sostenibilidad. Los aspectos más destacados señalaron la presencia de una fuerte compensación (*trade-off*) entre la huella ecológica y el bienestar humano capturado por el IDH para toda la muestra y otras dos submuestras. Esto implica que mayores niveles de desarrollo humano conllevan una elevación de las emisiones per cápita.

Mientras tanto, Bieth (2021) analiza el efecto del producto nacional bruto (PNB) y el IDH frente a las emisiones de CO₂ en 6 países de la ASEAN y Japón, por medio de una regresión de datos de panel, y encuentra que el efecto del PNB fue positivo, pero no significativamente para el CO₂, mientras que el IDH tuvo un efecto positivo e insignificante contra el CO₂.

En contraposición, los anteriores resultados no son claramente concluyentes para la literatura sobre la relación, pues algunos estudios plantean ciertas discrepancias empíricas, como por ejemplo el orden de causalidad de las variables o el signo del efecto. Al respecto, Sezgin *et al.* (2021) encuentran causalidad bilateral entre desarrollo humano y las emisiones para países como Alemania, Japón, Reino Unido y Estados Unidos, pero hay causalidad unilateral que va de las emisiones hacia el desarrollo humano en Brasil, Canadá, China y

Francia. En todo caso, para estos autores hay una interacción mutua entre las dos variables, puesto que a largo plazo el desarrollo humano sí tiene un impacto decreciente sobre las emisiones en estos países.

[Van Tran et al. \(2019\)](#) señalan en su trabajo que un mayor desarrollo humano conduce a una reducción de las emisiones de carbono para la muestra global y los países en desarrollo. Sin embargo, no encuentran una relación significativa entre las emisiones de carbono y el desarrollo humano en los países desarrollados.

Asimismo, el trabajo de [Alotaibi y Alajlan \(2021\)](#) utiliza la regresión por cuantiles para analizar empíricamente la relación inclusiva entre las emisiones de CO₂ y los indicadores socioeconómicos. Encuentra, en primer lugar, que la disminución de las emisiones de CO₂ se sumó a un desarrollo socioeconómico inclusivo, por lo que empíricamente la investigación indica que las políticas efectivas y la coordinación de políticas en amplias dimensiones sociales, de vida y económicas pueden conducir a reducciones en las emisiones mientras se preserva el crecimiento inclusivo. Es decir, los resultados del trabajo de los mencionados [Alotaibi y Alajlan \(2021\)](#) indican una relación negativa entre IDH y emisiones, por lo que es posible el desarrollo con bajas emisiones.

Del mismo modo, para [Lawson \(2020\)](#), el desarrollo humano no es responsable de las emisiones de CO₂, según se desprende de sus resultados empíricos para una muestra de 41 países de África Subsahariana entre 1990 y 2013. A ello se suma la evidencia dispuesta en el estudio de [Akbar et al. \(2020\)](#), para quienes existe una causalidad negativa unidireccional entre las emisiones de CO₂ y el IDH en 33 países de la OCDE, lo que implica que las emisiones de carbono deterioran significativamente la salud y el bienestar humanos en estos países.

Finalmente, en cuanto a la parcela de América Latina y el Caribe, el estudio de [Castro \(2015\)](#) presenta resultados que indican que los países con mejores condiciones económicas, sociales, ambientales e institucionales tienen a su vez mejores resultados en materia de sostenibilidad. Este autor señala que el panorama del desarrollo en la región presenta brechas regionales, con condiciones heterogéneas y una segmentación en tres grupos de países con distintos niveles de desarrollo sostenible. La dimensión ambiental explica los resultados del desarrollo obtenido por estos países.

METODOLOGÍA Y DATOS

La presente investigación es de nivel explicativo, con diseño documental bibliográfico y no experimental. La selección de los indicadores, la muestra de países y el período de estudio aten-

dieron la disponibilidad de datos en las fuentes secundarias correspondientes. Para medir el deterioro ambiental se utilizan las emisiones territoriales de CO₂ per cápita, en toneladas métricas anuales por persona, tomadas desde Global Carbon Atlas (Friedlingstein *et al.*, 2021; Andrew & Peters, 2021). La variable es denotada como TE_TCO2_PC.

Respecto al nivel de desarrollo humano, se consideró su representación y notación mediante el IDH, el cual fue calculado para cada país con la ecuación [1]. Para el índice correspondiente a los ingresos se empleó una función cóncava de transformación de los ingresos en capacidades, en la cual cada unidad adicional tendría un efecto menor en las capacidades, como se muestra en la ecuación 2:

$$I_{\text{ingresos}} = \frac{\ln x - \ln Mo}{\ln M - \ln Mo} \quad [2]$$

Donde x es la observación del PIB per cápita, como indicador del ingreso, para el país i en el período t . El PIB per cápita, en dólares constantes de 2017 y ajustados por la paridad del poder adquisitivo, se calculó con datos del PIB real por el lado de la oferta y la población total, recolectados desde la Penn World Tables 10.0 (Feenstra *et al.*, 2015). El ingreso se ajusta a un valor mínimo (Mo) igual a 100 USD, y un máximo (M) estipulado como meta anual de 75 000 USD. Para los índices de las dimensiones salud y educación, como componentes sociales del desa-

rrollo humano, se siguió la función de logro convexa (CAF, por las siglas de *convex achievement function*) (Bértola *et al.*, 2012; Prados de la Escosura, 2015), según la ecuación 3.

$$I = f(x, Mo, M) = \frac{\ln(M-Mo) - \ln(M-x)}{\ln(M-Mo)} \quad [3]$$

Donde x es el indicador adoptado para reflejar la dimensión salud o educación, según sea el caso que se aplique la ecuación (3), M es el valor máximo y Mo el valor mínimo. Para la dimensión salud se utiliza el indicador esperanza de vida al nacer (en años), empleando $Mo = 25$ años y $M = 85$ años sobre la base de Astorga *et al.* (2005). En cuanto a la educación, se utiliza el indicador años medios de escolaridad, con $Mo = 0$ años y $M = 15$ años. Los valores de la esperanza de vida y los años de escolaridad fueron recopilados en Global Data Lab Area Database del Nijmegen Center for Economics (NiCE) (2022).

MODELO

Definidos los subíndices conforme a las ecuaciones [2] y [3], así como el IDH según [1], se plantea un modelo de regresión para medir el efecto del IDH sobre las emisiones según la siguiente ecuación, tomando las expresiones de logaritmo natural de cada variable:

$$\ln TE_TCO2_PC = \alpha + \beta \ln IDH + \varepsilon \quad [4]$$

Donde ε es un término de perturbación que representa los errores de medición. Para realizar el ajuste de la ecuación se propone la metodología de los modelos de regresión cuantílica, técnica desarrollada por [Koenker y Bassett \(1978\)](#). En las regresiones por cuantiles, el ajuste proporciona estimaciones de la relación entre las variables independientes (regresores) X y un cuantil específico de la variable dependiente Y . Es decir, el modelo ajustado arroja coeficientes para cada cuantil de la variable de respuesta, en este caso, para las emisiones territoriales de dióxido de carbono per cápita, en toneladas, que se reflejan mediante $\ln TE_TCO2_PC$. Expuesto de otro modo, el efecto de la variable independiente IDH se mide en diferentes tramos de la distribución condicional, por lo que resulta en un vector de coeficientes beta que podrían no ser homogéneos a lo largo de la distribución de la variable dependiente.

La regresión mínimos cuadrados ordinarios supone que la distribución que sigue la variable dependiente es normal. Por el contrario, la regresión cuantílica no hace tal suposición, relajando dicho

supuesto; además, es idónea ante la presencia de datos extremos en la distribución. Precisamente, la Tabla 2 muestra un conjunto de pruebas para el contraste de normalidad en la distribución del logaritmo natural de las emisiones territoriales de dióxido de carbono per cápita.

La hipótesis nula en cada prueba es que la variable de la cual se extrajo la muestra sigue una distribución normal. La hipótesis alternativa plantea que la variable de la cual se extrajo la muestra no sigue una distribución normal. Puesto que el valor-p computado es menor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se debe rechazar la hipótesis nula y, por ende, aceptar la hipótesis alternativa. Esto significa que la distribución de las emisiones es heterogénea o tiene asimetrías hacia alguna de las colas (Figura 1), de modo que es útil para emplear la regresión por cuantiles, pues permite identificar efectos diferenciados de la variable IDH sobre toda la distribución de la variable dependiente, no solo sobre la media ([Hancevic & Navajas, 2015](#)).

Tabla 2. Prueba de normalidad en la distribución de $\ln TE_TCO2_PC$

Variable\Prueba	Shapiro-Wilk	Anderson-Darling	Lilliefors	Jarque-Bera
$\ln TE_TCO2_PC$	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Fuente: estimaciones de los autores en XLSTAT (2022).

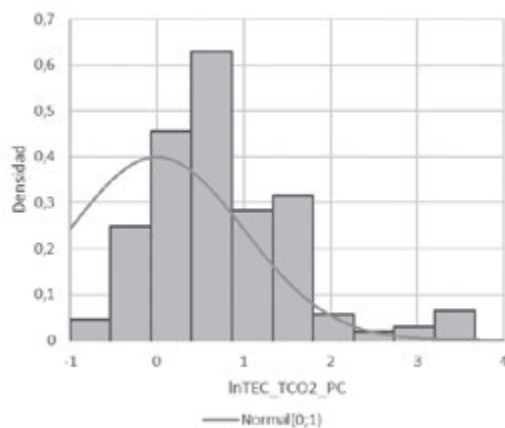


Figura 1. Histograma de la distribución de las emisiones per cápita.

Fuente: elaboración de los autores en XLSTAT (2022).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del desarrollo humano

Durante parte del siglo pasado, los países de América Latina y el Caribe experimentaron avances, relevantes en cierta forma, en materia de desarrollo económico y social, con implicaciones positivas sobre las condiciones de vida de la población. Estos países exhibieron aumentos de los indicadores de niveles de ingreso (Astorga *et al.*, 2005) y educación (Frankema, 2009), reducción de la mortalidad (Pulido & Mora, 2019; McEniry, 2009), incrementos en la esperanza de vida (Camou & Maubrigades, 2005), avances en desarrollo humano (Bértola *et al.*, 2012) y, como resultado, un mayor bienestar (Rojas & García, 2017), especialmente durante los “años dorados” (1950-1980) (Pulido & Mora, 2019).

En relación con el comportamiento del desarrollo humano, cabe destacar que los países estudiados en este artículo muestran en la actualidad distintas realidades en este asunto, a juzgar por las observaciones disponibles para el indicador de interés. La Figura 2 muestra el desempeño del IDH para todos los países disponibles en el estudio desde 1990 hasta 2019. Según lo que se desprende de este gráfico, Venezuela es el único país que muestra un deterioro significativo en su IDH. En otros términos, todos los países, a excepción de Venezuela, exhiben una tendencia ascendente en sus niveles de desarrollo humano desde 1990 hasta 2019. Puntualmente, existen ciertos quiebres como en el caso de Chile en el año 2010, respecto al año previo, o en menor medida Uruguay hacia principios del presente siglo.

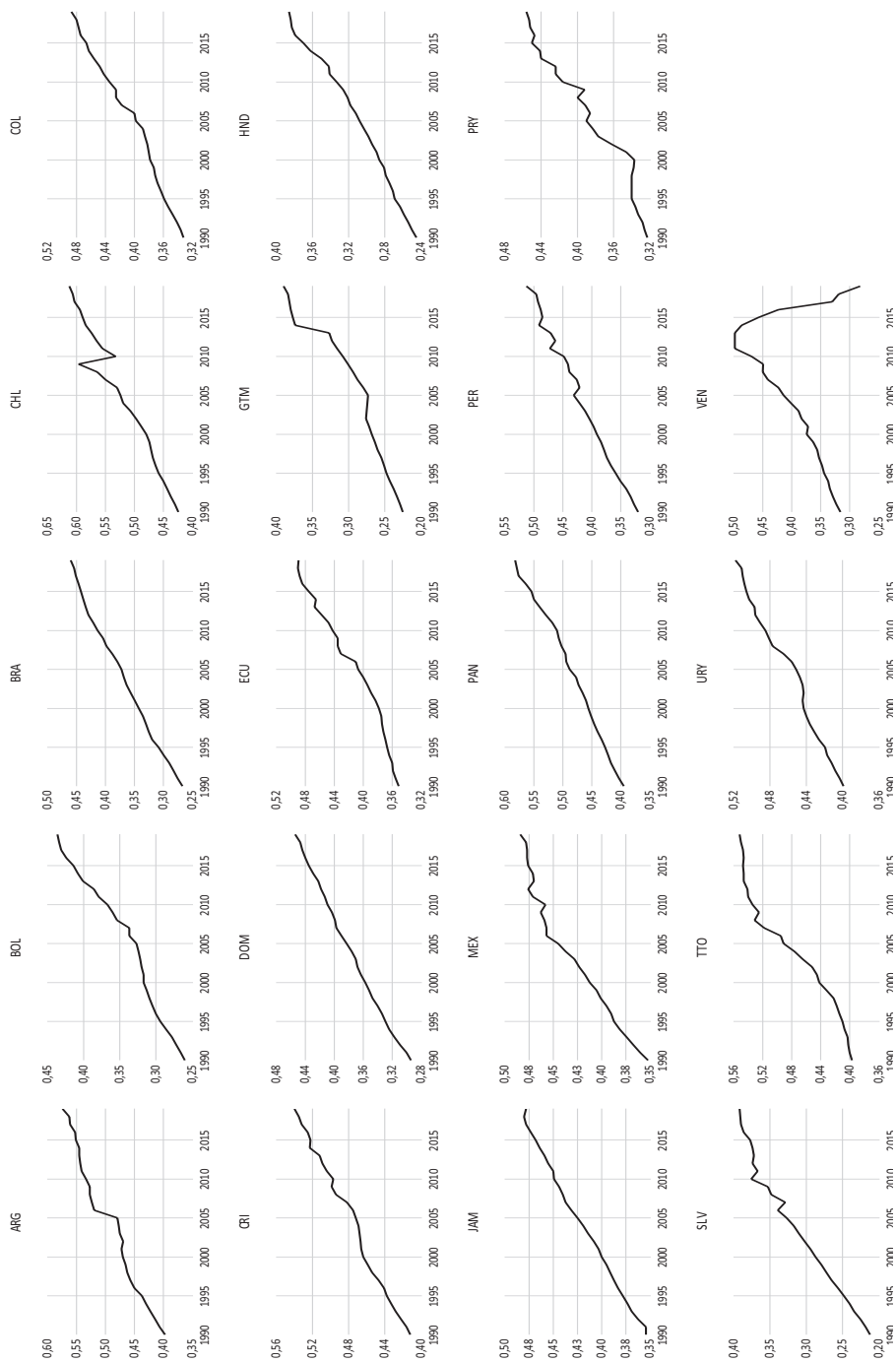


Figura 2. Evolución del IDH en los países de América Latina y el Caribe, 1990-2019

Fuente: elaboración de los autores en Eviews 10 (2022).

Conforme a los valores dispuestos en la Tabla 3 para las principales estadísticas descriptivas del IDH en los 19 países, el valor medio del indicador durante el período abarca desde 0,294 en Guatemala, como el país con menor desarrollo humano medio, hasta 0,520 en Chile. De igual forma, el rango o diferencia entre los valores mínimo y máximo en la distribución de datos para cada país revela una amplitud en los niveles de desarrollo humano obser-

vados en estos países. El rango abarca desde una diferencia de 0,216 en el IDH mínimo y máximo de Venezuela, hasta 0,119 para Uruguay; de hecho, Venezuela, junto a El Salvador y Guatemala, presenta un alto valor para el coeficiente de variación, como medida de dispersión, mientras que Uruguay, al igual que Costa Rica y Jamaica, muestran menor variabilidad, según este mismo estadístico.

Tabla 3. Estadísticas descriptivas para el IDH, países de América Latina (1990-2019)

Estadístico	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica	Coefficiente de variación
Argentina	0,397	0,574	0,493	0,053	0,107
Bolivia	0,260	0,436	0,343	0,054	0,157
Brasil	0,267	0,460	0,371	0,060	0,161
Chile	0,424	0,612	0,520	0,060	0,116
Colombia	0,332	0,487	0,405	0,048	0,119
Costa Rica	0,412	0,540	0,477	0,038	0,079
Dominicana, R.	0,294	0,454	0,379	0,047	0,125
Ecuador	0,351	0,490	0,414	0,047	0,114
Guatemala	0,225	0,390	0,294	0,052	0,176
Honduras	0,245	0,386	0,311	0,044	0,141
Jamaica	0,354	0,480	0,421	0,040	0,095
México	0,352	0,484	0,432	0,042	0,097
Panamá	0,395	0,582	0,485	0,056	0,116
Perú	0,320	0,513	0,418	0,057	0,135
Paraguay	0,323	0,456	0,384	0,047	0,122
El Salvador	0,212	0,392	0,315	0,059	0,188
Trinidad y Tobago	0,397	0,552	0,480	0,059	0,124
Uruguay	0,399	0,518	0,459	0,037	0,080
Venezuela	0,282	0,498	0,392	0,063	0,161

Fuente: estimaciones de los autores (2022).

Ahora bien, cuando se correlacionan los índices de los países contra sus pares, la evidencia sugiere una relación positiva y fuerte entre los IDH de cada par de país, como se muestra en

la Tabla 4; de nuevo, la excepción es Venezuela, puesto que las correlaciones de esta economía con las series de los índices del resto, si bien son positivas, son más bajas.

Tabla 4. Correlaciones transversales en el IDH, 1990-2019

	ARG	BOL	BRA	CHL	COL	CRI	DOM	ECU	GTM	HND	JAM	MEX	PAN	PER	PRY	SLV	TTO	URY	VEN	
ARG	1,00																			
BOL	0,96	1,00																		
BRA	0,99	0,98	1,00																	
CHL	0,97	0,96	0,98	1,00																
COL	0,98	0,99	0,99	0,97	1,00															
CRI	0,98	0,99	0,99	0,98	0,99	1,00														
DOM	0,99	0,98	1,00	0,98	0,99	0,99	1,00													
ECU	0,97	0,99	0,98	0,97	0,99	0,98	0,98	1,00												
GTM	0,92	0,99	0,94	0,93	0,97	0,96	0,95	0,97	1,00											
HND	0,97	0,99	0,98	0,97	1,00	0,99	0,99	0,99	0,98	1,00										
JAM	0,99	0,98	1,00	0,98	0,99	0,99	1,00	0,98	0,94	0,99	1,00									
MEX	0,98	0,93	0,98	0,97	0,95	0,97	0,98	0,94	0,88	0,95	0,98	1,00								
PAN	0,98	0,99	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,97	1,00	0,99	0,96	1,00							
PER	0,98	0,98	1,00	0,97	0,99	0,99	0,99	0,97	0,95	0,99	0,99	0,98	0,99	1,00						
PRY	0,95	0,97	0,97	0,96	0,98	0,96	0,97	0,99	0,95	0,98	0,97	0,94	0,98	0,97	1,00					
SLV	0,99	0,95	0,99	0,97	0,97	0,98	0,99	0,96	0,91	0,97	0,99	0,99	0,97	0,99	0,96	1,00				
TTO	0,98	0,94	0,98	0,97	0,97	0,96	0,97	0,97	0,90	0,96	0,98	0,98	0,96	0,97	0,97	0,98	1,00			
URY	0,99	0,99	0,99	0,97	1,00	1,00	0,99	0,99	0,96	0,99	0,99	0,96	0,99	0,99	0,97	0,98	0,97	1,00		
VEN	0,54	0,40	0,53	0,49	0,46	0,47	0,50	0,46	0,32	0,42	0,51	0,60	0,43	0,50	0,49	0,57	0,61	0,50	1,00	

Fuente: estimaciones de los autores en Eviews 10 (2022).

En resumen, se visualiza que los niveles de desarrollo humano en estos países han estado creciendo constantemente en el período, salvo en Venezuela que presenta una reversión en el IDH a partir del año 2014. Adicionalmente, dentro del grupo existen diferencias significativas, con un grupo que tiene altos

índices, frente a otros que presentan niveles de desarrollo humano rezagados, además de cierta variabilidad. No obstante, en esta visión holística del desarrollo los países estudiados exhiben una alta correlación entre sus desempeños, de forma que los mismos han mejorado en conjunto sus niveles de

desarrollo humano, en sus tres dimensiones: ingresos, salud y educación.

Caracterización de las emisiones de dióxido de carbono

Desde un punto de vista formal, la mayor parte de los estudios que analizan el efecto de la actividad económica, el crecimiento y desarrollo sobre el medioambiente consideran las emisiones de CO₂ como una de las medidas más comunes para recoger el impacto en el ambiente. La crisis ambiental ha generado una abundante discusión sobre las repercusiones de ciertas variables económicas. Hay elementos que apuntan a un efecto directo y positivo del desarrollo de los países hacia las emisiones de dióxido de carbono de estos.

El desempeño temporal de este indicador por país se muestra en la Figura 3. La mayoría de los países presenta una serie de emisiones con tendencia creciente en el período. Del mismo modo, las series muestran una amplia variabilidad, como se registró en la tabla previa. De nuevo, en el caso de Venezuela se indica una tendencia decreciente a partir del año 2012, alrededor de la caída de su actividad económica agregada. Sin embargo, a diferencia del indicador del desarrollo humano, en este contexto

las emisiones también manifiestan una reducción en países como Jamaica, a partir del año 2006 aproximadamente; México, desde el año 2008, y en menor medida, Argentina desde 2008 y Trinidad y Tobago hacia 2010.

La caracterización general de las emisiones por cápita de dióxido de carbono (Tabla 5) muestra que el valor promedio del indicador va desde 0,783 toneladas de emisiones por persona –exhibido por Paraguay– hasta un valor medio observado de 24,774 en Trinidad y Tobago. En el caso de este último país, la diferencia entre los valores mínimo y máximo del período es considerablemente mayor al rango que muestra la distribución del resto de países, lo cual se traduce por lo tanto en una amplia variabilidad, conforme a la desviación típica y al coeficiente de variación.

Otros países con altos niveles de emisiones por cápita media en el lapso son Venezuela (6,024), Argentina (4,045), Jamaica (4,004) y Chile (3,763). Por el contrario, los países con menos emisiones territoriales –en toneladas por personas, usando los valores medios del período– fueron, además del ya mencionado Paraguay, tres países de Centroamérica: Guatemala (0,807), Honduras (0,868) y El Salvador (0,939).

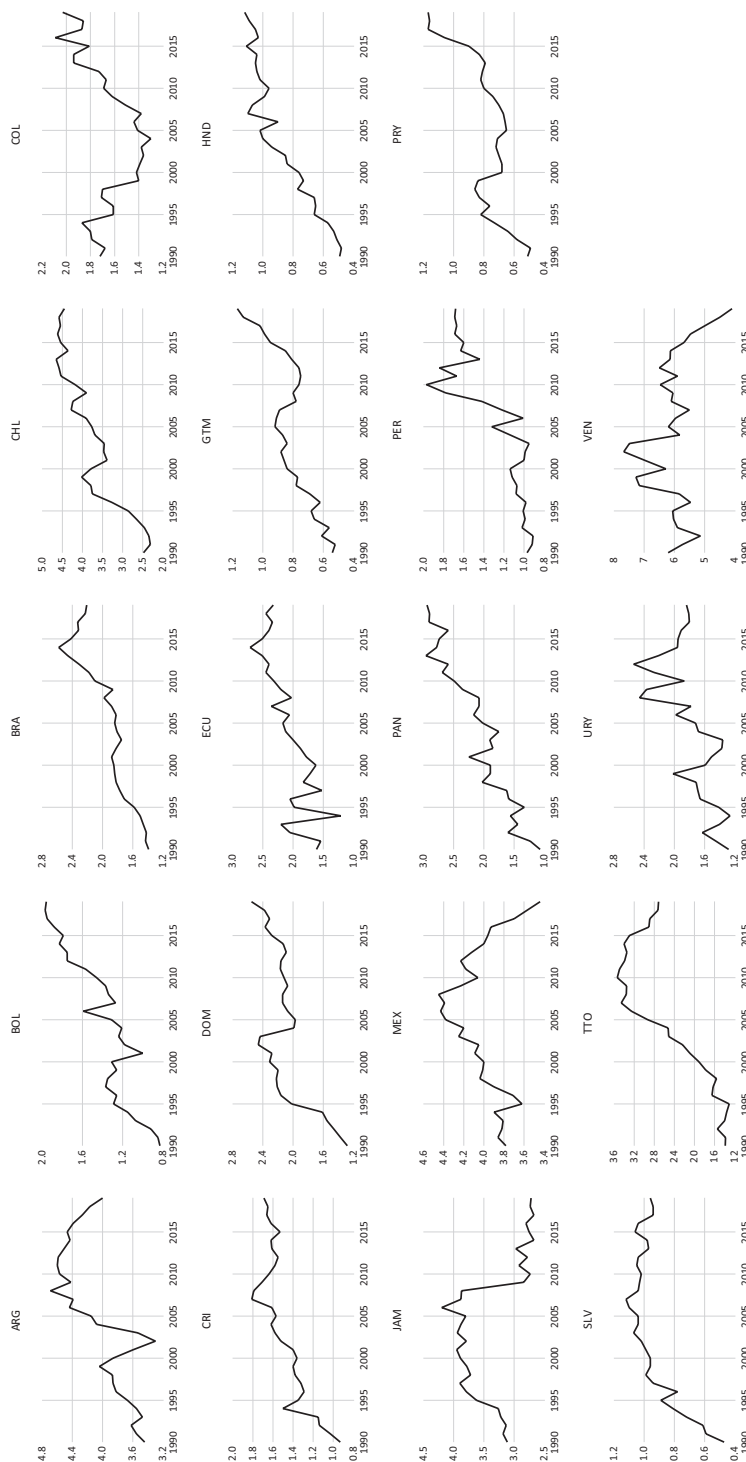


Figura 3. Evolución de las emisiones per cápita en América Latina y el Caribe, 1990-2019
 Fuente: elaboración de los autores en Eviews 10 (2022).

Tabla 5. Estadísticas descriptivas de las emisiones per *cápita*, países de América Latina (1990-2019)

Estadístico	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica	Coefficiente de variación
Argentina	3,300	4,690	4,045	0,421	0,104
Bolivia	0,830	1,970	1,403	0,333	0,237
Brasil	1,390	2,580	1,918	0,331	0,173
Chile	2,310	4,650	3,763	0,750	0,199
Colombia	1,300	2,090	1,658	0,219	0,132
Costa Rica	0,930	1,810	1,487	0,217	0,146
Dominicana, R.	1,280	2,550	2,084	0,321	0,154
Ecuador	1,210	2,710	2,078	0,357	0,172
Guatemala	0,520	1,170	0,807	0,159	0,197
Honduras	0,480	1,120	0,868	0,213	0,245
Jamaica	2,670	4,200	3,350	0,514	0,154
México	3,440	4,450	4,004	0,258	0,065
Panamá	1,070	2,960	2,110	0,553	0,262
Perú	0,910	1,970	1,297	0,336	0,259
Paraguay	0,490	1,170	0,783	0,173	0,221
El Salvador	0,470	1,120	0,939	0,158	0,169
Trinidad y Tobago	13,120	35,360	24,774	8,155	0,329
Uruguay	1,260	2,540	1,783	0,344	0,193
Venezuela	4,090	7,680	6,024	0,796	0,132

Fuente: estimaciones de los autores (2022).

Además, se indagó mediante un análisis de correlación simple si existe alguna relación entre los desempeños de las emisiones por país, durante el tiempo que abarca este estudio. Los resultados se encuentran disponibles en la Tabla 6. Los coeficientes de correlación muestran un grado de asociación

positiva entre las emisiones de los países en la mayor parte de las combinaciones o pares. No obstante, países como Venezuela y, en menor medida, Jamaica, tienen series correlacionadas inversamente con el comportamiento de las emisiones per cápita de dióxido de carbono de otros países.

Tabla 6. Correlaciones transversales en las emisiones per cápita, 1990-2019

	ARG	BOL	BRA	CHL	COL	CRI	DOM	ECU	GTM	HND	JAM	MEX	PAN	PER	PRY	SLV	TTO	URY	VEN	
ARG	1,00																			
BOL	0,68	1,00																		
BRA	0,75	0,89	1,00																	
CHL	0,83	0,86	0,92	1,00																
COL	0,18	0,53	0,40	0,19	1,00															
CRI	0,71	0,66	0,67	0,80	-0,04	1,00														
DOM	0,36	0,65	0,66	0,76	-0,08	0,68	1,00													
ECU	0,68	0,71	0,76	0,68	0,34	0,56	0,38	1,00												
GTM	0,42	0,75	0,68	0,75	0,11	0,74	0,77	0,51	1,00											
HND	0,77	0,77	0,84	0,91	0,06	0,90	0,71	0,75	0,82	1,00										
JAM	-0,34	-0,53	-0,51	-0,30	-0,81	-0,10	0,06	-0,54	-0,17	-0,26	1,00									
MEX	0,43	-0,13	0,08	0,24	-0,59	0,42	0,08	0,08	0,00	0,34	0,43	1,00								
PAN	0,73	0,89	0,94	0,89	0,41	0,73	0,65	0,76	0,76	0,86	-0,55	0,06	1,00							
PER	0,79	0,78	0,81	0,78	0,46	0,63	0,43	0,72	0,52	0,75	-0,73	0,03	0,83	1,00						
PRY	0,37	0,85	0,68	0,68	0,54	0,51	0,67	0,48	0,73	0,57	-0,49	-0,45	0,72	0,63	1,00					
SLV	0,62	0,55	0,62	0,77	-0,27	0,86	0,80	0,44	0,67	0,81	0,17	0,56	0,62	0,46	0,39	1,00				
TTO	0,88	0,65	0,78	0,82	0,05	0,82	0,47	0,77	0,57	0,90	-0,32	0,52	0,79	0,77	0,31	0,72	1,00			
URY	0,89	0,57	0,65	0,73	0,14	0,58	0,34	0,58	0,28	0,64	-0,31	0,42	0,65	0,71	0,30	0,52	0,75	1,00		
VEN	-0,24	-0,42	-0,19	-0,16	-0,56	-0,11	0,07	-0,35	-0,31	-0,18	0,47	0,51	-0,28	-0,33	-0,46	0,20	-0,12	-0,12	1,00	

Fuente: estimaciones de los autores en Eviews 10 (2022).

Relación entre desarrollo humano y emisiones de CO₂ per cápita

La relación entre desarrollo humano y emisiones de CO₂ per cápita es positiva y estadísticamente significativa en la mayoría de los países. Según la Tabla 7, solo hay tres excepciones. Por un lado, Jamaica presenta un valor con signo negativo que sugiere una asociación

inversa entre desarrollo humano y sus niveles de emisiones de dióxido de carbono en términos per cápita, durante el período 1990-2019. Por otro lado, las series correspondientes a México y Venezuela se asocian de forma positiva, pero en términos estadísticos dicha relación no es significativa en el nivel de 5 %.

Tabla 7. Correlaciones de las emisiones de CO₂ per cápita con las subdimensiones del IDH

País	IDH	Índice de ingresos	Índice de salud	Índice de educación
Argentina	0,819	0,799	0,754	0,818
Bolivia	0,947	0,951	0,910	0,944
Brasil	0,936	0,933	0,924	0,923
Chile	0,887	0,917	0,913	0,778
Colombia	0,450	0,633	0,336	0,481
Costa Rica	0,800	0,753	0,780	0,817
Dominicana, R.	0,702	0,699	0,664	0,716
Ecuador	0,808	0,834	0,776	0,776
Guatemala	0,806	0,779	0,840	0,743
Honduras	0,893	0,819	0,941	0,856
Jamaica	-0,493	-0,545	0,113	-0,539
México	0,275	0,159	0,505	0,182
Panamá	0,951	0,947	0,952	0,944
Perú	0,846	0,896	0,851	0,775
Paraguay	0,707	0,680	0,735	0,699
El Salvador	0,726	0,705	0,731	0,722
Trinidad y Tobago	0,931	0,974	0,864	0,917
Uruguay	0,682	0,651	0,662	0,667
Venezuela	0,275	0,591	0,146	-0,396

Fuente: estimaciones de los autores (2022).

Nota: los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación $\alpha=0,05$.

En cuanto a las dimensiones del desarrollo humano, el índice de salud que corresponde a Colombia no tiene una asociación significativa con las emisiones de este país. En los demás casos, con las excepciones ya comentadas de Jamaica, México y Venezuela, se confirma una relación positiva y estadísticamente significativa entre las dimensiones que componen el desarrollo humano y las emisiones. De hecho, el grado de correlación entre salud y educación con las emisiones parece ser

tan alto como en el caso de los ingresos con las emisiones, por lo que más allá del efecto de la actividad económica, los otros dos logros que se asumen mediante el concepto de desarrollo humano –un mayor nivel de educación y salud– coinciden con emisiones de CO₂ per cápita más altas.

Los países de América Latina enfrentan entonces una relación positiva entre estas dos variables, por lo que, de no adoptarse políticas específicas en la

dimensión ambiental, la consecución de mayores niveles de desarrollo humano, indicado por un IDH más alto, tendría efectos perniciosos sobre las emisiones, haciendo que el desarrollo no esté acompañado de sostenibilidad ambiental. Para comprobar esto último, se estimó un modelo econométrico que relaciona el nivel de emisiones per cápita con el índice de desarrollo humano. El objetivo es cuantificar los efectos de la variable explicativa desarrollo humano sobre la variable de las emisiones.

Se procedió con la regresión del modelo brindado en la ecuación [4], a través de la metodología de regresión cuantílica. Las variables fueron previamente expresadas en sus formas logaritmo natural. Primero, se aplican las pruebas de cointegración de Kao y de causalidad de Dumitrescu-Hurlin

por pares. Con relación a la primera, los resultados disponibles en la Tabla 8 presentan evidencia que apunta al rechazo de la hipótesis nula de no cointegración al 5 %, a favor de la hipótesis alternativa de una relación estable a largo plazo entre las variables $\ln\text{IDH}$ y $\ln\text{TE_TCO2_PC}$.

Por su parte, los resultados para la prueba de causalidad de Dumitrescu-Hurlin dispuestos en la Tabla 9 indican el rechazo de la hipótesis nula de que $\ln\text{IDH}$ no causa homogéneamente a $\ln\text{TE_TCO2_PC}$, pero no se rechaza en la dirección opuesta ($\ln\text{TE_TCO2_PC}$ no causa de forma homogénea a $\ln\text{IDH}$). Es decir, el enfoque de causalidad aplicado en este estudio arroja causalidad unidireccional que va desde el desarrollo humano hacia la variable emisiones de dióxido de carbono per cápita.

Tabla 8. Prueba de cointegración entre emisiones per cápita e IDH (1990-2019)

Prueba de cointegración de Kao		
Series: $\ln\text{TE_TCO2_PC}$ $\ln\text{IDH}$		
Observaciones: 570		
Hipótesis nula: no hay cointegración		
ADF	<i>t-Statistic</i>	Prob.
	-2,095613	0,0181
Residual Variance	0,000523	
HAC Variance	0,001060	

Fuente: estimaciones de los autores en Eviews 10 (2022).

Tabla 9. Prueba de causalidad

Hipótesis nula	W-stat	Zbar-stat	Prob.
$\ln\text{TE_TCO2_PC}$ no causa de forma homogénea a $\ln\text{IDH}$	2,3912	0,3630	0,7166
$\ln\text{IDH}$ no causa de forma homogénea a $\ln\text{TE_TCO2_PC}$	4,8546	4,8184	0,0000

Fuente: estimaciones de los autores en Eviews 10 (2022).

El modelo predeterminado estima el cuartil tau=0,25 de las emisiones per cápita en función de un término constante y del IDH de un país. Conforme a los resultados de la regresión cuantílica para los países de la región América Latina y el Caribe durante el período (Tabla 10), las emisiones territoriales de CO₂ per cápita son elásticas (mayor

que uno) a cambios en el logaritmo del IDH; es decir, un incremento en 1 % en el IDH genera un aumento de 1.74 % aproximadamente en las emisiones de CO₂ per cápita del panel de datos. Este coeficiente es estadísticamente diferente de cero a los niveles convencionales de significancia.

Tabla 10. Resultados regresión por cuantiles

Variable dependiente: LNTE_TCO2_PC Método: regresión por cuantiles (tau = 0,25) Período: 1990-2019, Observaciones: incluidas: 570				
Variable	Coefficiente	Error estándar	t-statistic	Probabilidad
C	1,8781	0,1011	18,5768	0,0000
LNIDH	1,7371	0,0993	17,4885	0,0000
Pseudo R-squared	0,2608	<i>R-squared ajustado</i>		0,2595
S.E. of regression	0,8334	<i>Quantile dependent var.</i>		0,1398
Sparsity	1,3230	<i>Prob.(Quasi-LR stat)</i>		0,0000

Fuente: estimaciones de los autores en Eviews 10 (2022).

Utilizando la regresión cuantílica se estima el efecto del regresor IDH sobre los diferentes cuantiles de la distribución de las emisiones per cápita. La cuestión radica en analizar si el nivel de desarrollo humano alcanzado por los países genera un efecto sobre el medioambiente que se mantiene constante cuando se contemplan las emisiones de CO₂ per cápita por distintos cuantiles. Se seleccionó la especificación por deciles, la cual divide la distribución en diez cuantiles

y examina los coeficientes de proceso estimados en cada uno de ellos (efectos).

Los resultados del análisis de regresión cuantílica sugieren que el IDH sí tiene efectos sobre las emisiones en los distintos deciles en que se divide la distribución de esta última variable, como se muestra en la Tabla 11. Por ejemplo, en el decil más alto (bajo) de emisiones, un incremento de un 1 % adicional en el nivel de IDH está asociado con un efecto positivo de aproximadamente 3.55 % (1.65 %) en los niveles de emisiones per cápita.

Tabla 11. Estimaciones de procesos de cuantiles

Especificación: LNTE_TCO2_PC C LNIDH

Ecuación estimada cuantil tau = 0,25

	Cuantil	Coefficiente	Error estándar	t-statistic	Probabilidad
C	0,10	1,5992	0,1134	14,0999	0,0000
	0,20	1,6843	0,1056	15,9462	0,0000
	0,25	1,8781	0,1011	18,5768	0,0000
	0,30	1,9863	0,1013	19,6043	0,0000
	0,40	2,2404	0,1051	21,3255	0,0000
	0,50	2,5450	0,0959	26,5247	0,0000
	0,60	2,7177	0,0914	29,7267	0,0000
	0,70	2,9068	0,1099	26,4571	0,0000
	0,80	3,5124	0,2336	15,0344	0,0000
	0,90	4,8388	0,5486	8,8203	0,0000
LNIDH	0,10	1,6538	0,1192	13,8698	0,0000
	0,20	1,6200	0,1052	15,4007	0,0000
	0,25	1,7371	0,0993	17,4885	0,0000
	0,30	1,7876	0,0972	18,3859	0,0000
	0,40	1,9017	0,0981	19,3857	0,0000
	0,50	2,0864	0,0904	23,0804	0,0000
	0,60	2,1737	0,0862	25,2034	0,0000
	0,70	2,2178	0,1039	21,3369	0,0000
	0,80	2,6089	0,2064	12,6373	0,0000
	0,90	3,5456	0,4411	8,0376	0,0000

Fuente: estimaciones de los autores en Eviews 10 (2022).

La Figura 4 muestra la distribución de los coeficientes cuantílicos estimados por deciles de emisiones. Los hallazgos empíricos revelan que los cambios en el nivel de desarrollo humano aumentan las emisiones de CO₂ per cápita en todos los deciles, especialmente en países donde el desempeño de las emisiones de CO₂ presenta valores elevados (deciles superiores de la distribución). Con el aumento de los cuantiles especificados para las emisiones, la magnitud del

efecto promedio de una variación en el nivel de IDH se intensifica.

En otros términos, el efecto es más pronunciado en los países con más emisiones per cápita, excepto en el efecto estimado para el segundo decil de la variable dependiente, respecto al decil previo. Por ejemplo, en relación con el valor de la pendiente, el coeficiente del efecto en el decil 9 es incluso el doble del efecto estimado hasta el tercer decil.

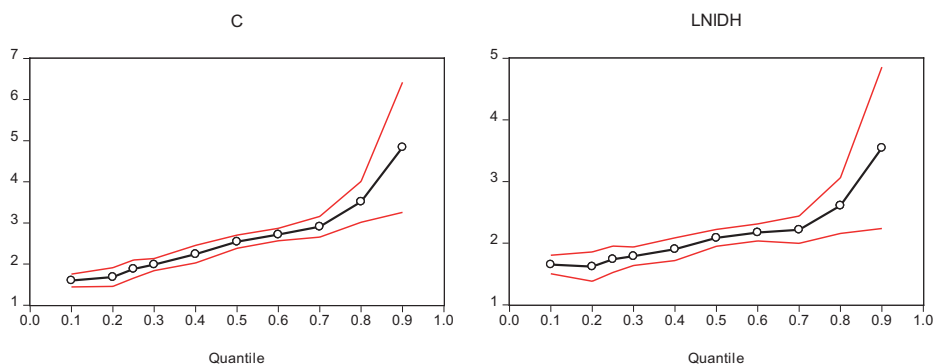


Figura 4. Procesos de cuantiles para el intercepto y la pendiente

Fuente: estimaciones de los autores en Eviews 10 (2022).

Tomando en cuenta los resultados de la regresión, se efectúa la prueba de igualdad de los coeficientes de pendiente en los deciles. Los resultados se encuentran en la Tabla 12. El valor de 21,16 de la estadística chi-cuadrado es estadísticamente significativo en los niveles de prueba convencionales. Por lo tanto, existe evidencia de que los coeficientes difieren entre los valores cuantiles y que los cuantiles condicionales no son

idénticos. Concretamente, la prueba de igualdad de coeficientes muestra que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores estimados para el cuartil del 25 % (primer cuartil) de la distribución y del 50 % (mediana), y de los cuantiles 50 y 75 % (tercer cuartil). Entonces, el efecto puntual de IDH cambia a lo largo de la distribución de la variable dependiente.

Tabla 12. Prueba de igualdad dependiente

Ecuación estimada cuantil tau = 0,25				
Número de cuantiles de prueba: 4				
Resumen de la prueba		Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Wald Test		21,1570	2	0,0000
Detalles de restricción: b(tau_h) - b(tau_k) = 0				
Cuantiles	Variable	Restr. Value	Std. Error	Prob.
0,25; 0,5	LNIDH	-0,3493	0,0876	0,0001
0,5; 0,75		-0,2908	0,1274	0,0224

Fuente: estimaciones de los autores en Eviews 10 (2022).

Este efecto diferenciado provee una mejor caracterización de los rasgos que tienen los países en la región en cuanto a la relación entre sus logros en desarrollo humano con la meta de sustentabilidad ambiental. Los resultados indican que un 1 % de variación adicional en el IDH tiene mayor efecto en los cuantiles más altos de la distribución condicional de las emisiones. Así, cambios de igual proporción en el nivel de IDH tienen diferentes respuestas en las emisiones de CO₂ per cápita, según se trate de países con distintos niveles de emisiones.

Esto significa que lograr mayores niveles de desarrollo humano conlleva elevados costos en términos ambientales en los países ubicados en los tramos más altos de la distribución de la variable dependiente. Al contrario, los individuos (países) con menores niveles de emisiones por persona presentan un menor efecto de las mejoras que obtienen en términos de desarrollo humano, por lo tanto, cuentan con un mayor margen para incrementar el IDH sin costos elevados en lo que respecta a emisiones.

Al igual que en [Tezanos \(2018\)](#), los resultados encontrados sugieren una fuerte compensación entre desarrollo humano y sostenibilidad ambiental, al menos reflejada por uno de los principales indicadores de la huella ecológica como lo son las emisiones per cápita. Según este autor, sus resultados muestran que, más allá de clasificaciones excesivamente simples, basadas solo en el ingreso per cápita, no existe una

distribución monótona creciente de los niveles de desarrollo que discurra desde un grupo de países con los peores registros en todos los indicadores hasta otro con mejores resultados en todas las variables ([Tezanos, 2018](#)). En efecto, los resultados hallados se encuentran en la misma línea, pues claramente se indica que incrementos en el IDH conllevan un efecto más alto en las emisiones de los países que en sí mismos ya cuentan con elevados niveles de emisiones por persona, por lo que no hay un acompañamiento del desarrollo humano con el desarrollo sostenible.

Según el estudio de Conte-Grand y D'Elia (2008), en lo que se refiere a las naciones de la región América Latina, cuanto más desarrollado sea un país, mayor es el número de acuerdos ambientales ratificados, por lo que mejora su disposición a adoptar medidas en pro de la conservación ambiental. Sin embargo, los resultados hallados en el presente estudio sugieren que esta disposición no termina traduciendo en reducción de las emisiones, por cuanto los hallazgos acá demuestran que, a niveles más altos de desarrollo humano, es decir, en los cuantiles más altos del índice de desarrollo humano, el efecto sobre las emisiones es mayor.

Para Conte-Grand y D'Elia (2008), el grado de desarrollo humano, medido mediante las dimensiones de educación, esperanza de vida y PIB, es una variable importante para “evaluar que los países de la región de América

Latina y el Caribe adopten políticas más activas en favor de la conservación del ambiente” (p. 129). Sin embargo, el modelo estimado en esta investigación arroja un efecto global positivo del desarrollo sobre las emisiones, por lo que en última instancia los países con mayores IDH terminan emitiendo mayor CO₂ per cápita.

CONCLUSIONES

Un primer elemento para considerar entre las externalidades del desarrollo de los países tiene que ver con la degradación del medioambiente y el cambio climático. En ese sentido, el proceso de desarrollo económico, social y humano se concibe desde la perspectiva de la satisfacción de necesidades de los seres humanos, en particular, a través del consumo de bienes y servicios que proveen un nivel de vida al menos decente. No obstante, este tipo de desarrollo se fundamenta en una mayor riqueza económica, mediante el incremento en las actividades productivas para obtener mayores niveles de ingresos, educación y salud, entre otros, lo cual trae implicaciones en forma de mayores emisiones de gases, como el dióxido de carbono, que constituye uno de los factores asociados al deterioro medioambiental.

Ante tales circunstancias, se ha abogado por incluir la cuestión ambiental en la agenda y perspectiva del desarrollo, y se ha propuesto el concepto de desarrollo sostenible. Con ese propósito se intenta dilucidar si en algunos países

y regiones la cuestión del desarrollo humano y sus logros se ha acompañado al mismo tiempo de ganancias en términos de desarrollo sostenible, mediante reducciones en las emisiones o si, por el contrario, el logro en términos de desarrollo humano no ha implicado necesariamente un mejor desempeño desde la perspectiva sostenible.

De acuerdo con los resultados, para lograr mayores niveles de desarrollo humano se incurre en elevados costos en términos ambientales en los países ubicados en los tramos más altos de la distribución de la variable dependiente. Al contrario, los países con menores niveles de emisiones por persona presentan un menor efecto de las mejoras que obtienen en términos de desarrollo humano, por lo tanto, cuentan con un mayor margen para incrementar el IDH sin costos elevados en lo relativo a emisiones.

Lo anterior implica que las políticas de conservación relacionadas con el consumo de carbón, electricidad, gas, y petróleo pueden reducir las emisiones de CO₂, sin embargo, pueden obstaculizar el crecimiento económico y el bienestar de las personas. Por otra parte, si no se implementan políticas de conservación, los efectos perjudiciales de la degradación ambiental también podrían afectar el nivel de vida de los seres humanos (Serán & Vildan, 2016). Esta relación advierte que los formuladores de políticas en América Latina y el Caribe deben desarrollar

planes estratégicos para reducir las emisiones de carbono que no impacten negativamente sobre los niveles de vida. Una posible forma de lograr esto es aumentando la eficiencia en el uso de la energía. En consecuencia, las políticas adecuadas asociadas al uso eficiente de los recursos energéticos y al uso de recursos renovables son necesarias tanto para el bienestar humano como para un medioambiente sostenible. Los países deben ser conscientes de la necesidad de promover un medioambiente sostenible mientras intentan alcanzar altas tasas de crecimiento y mayor bienestar y desarrollo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen los valiosos aportes, comentarios y correcciones de dos evaluadores anónimos de la revista, que contribuyeron a mejorar la calidad del trabajo. En cualquier caso, los errores y omisiones restantes son de nuestra completa responsabilidad.

FINANCIAMIENTO

Los autores certifican que la investigación no recibió financiación de ninguna institución pública o privada.

DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERESES

Además, todos los autores declaramos que el presente artículo no presenta conflicto de intereses.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Esmeralda Matilde Villegas Pocaterra contribuyó como coordinadora de la investigación, en la elaboración del manuscrito, la preparación de la introducción, las bases teóricas y las conclusiones. Además, apoyó en las estimaciones y otros cálculos.

Leobaldo Enrique Molero Oliva tuvo como responsabilidad la elaboración del manuscrito, las estimaciones y cálculos, así como la preparación de las secciones de introducción, marco teórico, metodología, descripción e interpretación de los resultados y conclusiones.

Virginia Elizabeth Rodríguez López se encargó principalmente del planteamiento del problema, la elaboración del marco teórico, el manejo de la base de datos, y las estimaciones y cálculos.

Tanya Shyrna Andino Chancay contribuyó con la elaboración de las tablas y figuras del manuscrito, así como en la interpretación de los resultados y su discusión.

REFERENCIAS

- [1] Ahmed, K., Ur Rehman, M. & Ozturk, I. (2017, April). What Drives Carbon Dioxide Emissions in the Long-Run? Evidence from Selected South Asian Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 1142-1153. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.018>
- [2] Akbar, M., Hussain, A., Akbar, A., & Ullah, I. (2020). The Dynamic Association Between Healthcare Spending, CO2 Emissions, and Human Development Index in OECD Countries: Evidence from Panel VAR Model. *Environment, Development and Sustainability*, 23, 10470-10489. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-01066-5>
- [3] Alotaibi, A., & Alajlan, N. (2021). Using Quantile Regression to Analyze the Relationship Between Socioeconomic Indicators and Carbon Dioxide Emissions in G20 Countries. *Sustainability*, 13(13), 7011. <https://doi.org/10.3390/su13137011>
- [4] Andrew, R.M., & Peters, G.P. (2021). *The Global Carbon Project's Fossil CO2 Emissions Dataset*. Zenodo. <https://zenodo.org/record/5569235>.
- [5] Arias, F. (2006). Desarrollo sostenible y sus indicadores. *Revista Sociedad y Economía*, (11), 200-229. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99616177008>
- [6] Astorga, P., Berges, A., & Fitzgerald, V. (2005). The Standard of Living in Latin America During the Twentieth Century. *The Economic History Review*, 58(4), 765-796. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0289.2005.00321.x>
- [7] Bedir, S., & Yilmaz, V. (2016). CO₂ Emissions and Human Development in OECD Countries: Granger Causality Analysis with A Panel Data Approach. *Eurasian Econ Rev*, 6, 97-110. <https://doi.org/10.1007/s40822-015-0037-2>
- [8] Bértola, L., Hernández, M., & Siniscalchi, S. (2012). *Un índice histórico de desarrollo humano de América Latina y algunos países de otras regiones: metodología, fuentes y bases de datos* (reed.), Documento online n.º 28. Programa de Historia Económica y Social, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la República.
- [9] Bieth, R.C.E. (2021). The Influence of Gross Domestic Product and Human Development Index on CO2 Emissions. *Journal of Physics: Conference Series*, 1808, 1-13. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1808/1/012034>
- [10] Bravo, G. (2014). The Human Sustainable Development Index: New Calculations and a First Critical Analysis. *Ecological Indicators*, 37, 145-150. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.10.020>

- [11] Bustelo, P. (1999). *Teorías contemporáneas del desarrollo*. Editorial Síntesis.
- Camou, M., & Maubrigades, S. (2005). La calidad de vida bajo la lupa: 100 años de evolución de los principales indicadores. *Boletín de Historia Económica*, 3(4), 54-66.
- [12] Caraballo, M. & García, J. (2017). Energías renovables y desarrollo económico. Un análisis para España y las grandes economías europeas. *El Trimestre Económico*, 84(335), 571-609. <https://doi.org/10.20430/ete.v84i335.508>
- [13] Castro, E. (2015). Panorama regional del desarrollo sostenible en América Latina. *Luna Azul*, (40), 195-212. <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n40/n40a13.pdf>
- [14] Cibulka, S., & Giljum, S. (2020). Towards a Comprehensive Framework of the Relationships Between Resource Footprints, Quality of Life, and Economic Development. *Sustainability*, 12(11), 4734. <https://doi.org/10.3390/su12114734>
- [15] Conte-Grand, M. & D'Elia, V. (2008). La política ambiental en América Latina y el Caribe. *Problemas del Desarrollo*, 39(154), 111-134. <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2008.154.7729>
- [16] Estenssoro, F. (2010). Crisis ambiental y cambio climático en la política global: un tema crecientemente complejo para América Latina. *Universum*, 25(2), 57-77. <https://doi.org/10.4067/S0718-23762010000200005>
- [17] Feenstra, R., Inklaar, R., & Timmer, M. (2015). The Next Generation of the Penn World Table. *American Economic Review*, 105(10), 3150-3182. <https://doi.org/10.1257/aer.20130954>
- [18] Frankema, E. (2009). The Expansion of Mass Education in Twentieth Century Latin America: A Global Comparative Perspective. *Journal of Iberian and Latin American Economic History*, 27(3), 359-396. <https://doi.org/10.1017/S0212610900000811>
- [19] Friedlingstein, P. *et al.* (2021). The Global Carbon Budget 2020. *Earth System Science Data*, 12(4), 3269-3340. <https://doi.org/10.5194/essd-12-3269-2020>.
- [20] Garcés, P. (2019). Of Ends and Means: Development Policy Assessment with Human Development and Multiple Causality. *Revista Desarrollo y Sociedad*, (83), 385-412. <https://doi.org/10.13043/dys.83.10>
- [21] Gerónimo, V.M., Marina, J.A., & Vázquez, A. (2020). Patrones y dinámicas espaciales de desarrollo humano en los municipios de México. *Revista Desarrollo y Sociedad*, (85), 111-155. <https://doi.org/10.13043/DYS.85.3>

- [22] Guamán, J. & Torres-Ontaneda, W. (2021). Un análisis de cointegración con datos de panel entre exportaciones, densidad demográfica, crecimiento económico y emisiones de CO2. *Revista Económica*, 9(1), 92-108. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/economica/article/view/1213>
- [23] Hancevic, P. & Navajas, F. (2015). Consumo residencial de electricidad y eficiencia energética. Un enfoque de regresión cuantílica. *El Trimestre Económico*, 82(328), 897-927. <https://doi.org/10.20430/ete.v82i328.188>
- [24] Hickel, J. (2020). The Sustainable Development Index: Measuring the Ecological Efficiency of Human Development in the Anthropocene. *Ecological Economics*, 167. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.05.011>
- [25] Ibáñez, N., Mujica, M. & Castillo, R. (2017). Componentes del desarrollo humano sustentable. *Revista Científica Electrónica de Ciencias Gerenciales*, 36(12), 63-77.
- [26] Kassouri, Y., & Altıntaş, H. (2020). Human Well-Being Versus Ecological Footprint in MENA Countries: A Trade-off? *Journal of Environmental Management*, 263. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110405>
- [27] Koenker, R., & Bassett, G. (1978). Regression Quantiles. *Econometrica*, 46(1), 33-50. <https://doi.org/10.2307/1913643>
- [28] Lawson, L. (2020). GHG Emissions and Fossil Energy Use as Consequences of Efforts of Improving Human Well-Being in Africa. *Journal of Environmental Management*, 273. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111136>
- [29] Letcher, T. (2020). Introduction with a Focus on Atmospheric Carbon Dioxide and Climate Change Future Energy. In T. Letcher (ed.), *Future Energy. Improved, Sustainable and Clean Options for Our Planet* (3th Ed.) (pp. 3-17). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102886-5.00001-3>
- [30] Li, Q., & Chen, H. (2021). The Relationship Between Human Well-Being and Carbon Emissions. *Sustainability*, 13, 547. <https://doi.org/10.3390/su13020547>
- [31] McEniry, M. (2009). *Mortality Decline in the Twentieth Century, Early Life Conditions and the Health of Aging Populations in the Developing World*. CDE Working Paper No. 2009-04. University of Wisconsin-Madison, Center for Demography and Ecology.
- [32] Mohmmed, A., Li, Z., Arowolo, A., Su, H., Deng, X., Najmuddin, & Zhang, Y. (2019). Driving Factors of CO2 Emissions and Nexus with Economic Growth, Development and Human Health in the Top Ten Emitting Countries.

- Resources, Conservation and Recycling*, 148, 157-169. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.048>
- [33] Morse, S. (2003). Greening the United Nations' Human Development Index? *Sustainable Development*, 11(4), 183-198. <https://doi.org/10.1002/sd.219>
- [34] Neumayer, E. (2010, June). *Human Development and Sustainability*. United Nations Development Programme, Human Development Reports Research Paper 2010/05. Cite Seer X. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.180.3708&rep=rep1&type=pdf>
- [35] Nijmegen Center for Economics (NiCE). (2022). *Global Data Lab Area Database*. Global Data Lab. <https://globaldatalab.org/areadata/>.
- [36] Niu, S., Jia, Y., Wang, W., He, R., Hu, L., & Liu, Y. (2013). Electricity Consumption and Human Development Level: A Comparative Analysis Based on Panel Data for 50 Countries. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 53, 338-347. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2013.05.024>
- [37] Pan, J. (2005). Meeting Human Development Goals with Low Emissions: An Alternative to Emissions Caps for post-Kyoto from a Developing Country Perspective. *International Environmental Agreements*, 5, 89-104. <https://doi.org/10.1007/s10784-004-3715-1>
- [38] Phélan, M. (2011). Revisión de índices e indicadores de desarrollo. Aportes para la medición del Buen Vivir (*Sumak Kawsay*). *Obets Revista de Ciencias Sociales*, 6(1), 69-95. <https://doi.org/10.14198/OBETS2011.6.1.04>
- [39] Prados de la Escosura, L. (2015). Human Development as Positive Freedom: Latin America in Historical Perspective. *Journal of Human Development and Capabilities*, 16(3), 342-373. <https://doi.org/10.1080/19452829.2015.1056644>
- [40] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2020). *Informe de Desarrollo Humano 2020. La próxima frontera. El desarrollo humano y el antropoceno*. United Nations Development. https://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2020_overview_spanish.pdf
- [41] Pulido, C. & Mora, J. (2019). Política social y crecimiento económico en seis países latinoamericanos, 1980-2010. *Revista de Economía Institucional*, 21(40), 233-257. <https://doi.org/10.18601/01245996.v21n40.09>
- [42] Rojas, M., & García, J. (2017). Well-Being in Latin America. In R. J. Estes & J. Sirgy (Eds.), *The Pursuit of Human Well-Being. The Untold Global History*.

- International Handbooks of Quality-of-Life. Springer International Publishing. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-39101-4?noAccess=true>
- [43] Sen, A. (1988). The Concept of Development. In H. Chenery & T.N. Srinivasan (ed.), *Handbook of Development Economics*, Volume I. Elsevier Science Publishers.
- [44] Serán, B., & Vildan, Y. (2016). CO₂ Emissions and Human Development in OECD Countries: Granger Causality Analysis with a Panel Data Approach. *Eurasian Economic Review*, 6, 97-110. <https://doi.org/10.1007/s40822-015-0037-2>
- [45] Sezgin, F.H., Bayar, Y., Herta, I., & Gavriletea, M.D. (2021). Do Environmental Stringency Policies and Human Development Reduce CO2 Emissions? Evidence from G7 and BRICS Economies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 6727. <https://doi.org/10.3390/ijerph18136727>
- [46] Shi, L., Han, L., Yang, F. & Gao, L. (2019). The Evolution of Sustainable Development Theory: Types, Goals, and Research Prospects. *Sustainability*, 11(24), 7158. <https://doi.org/10.3390/su11247158>.
- [47] Tafani, R., Chiesa, G., Caminati, R., & Gaspio, N. (2015). Desarrollo, medio ambiente y salud. *Revista de Salud Pública*, 19(1), 22-37. <https://doi.org/10.31052/1853.1180.v19.n1.11802>
- [48] Tezanos, S. (2018). Geografía del desarrollo en América Latina y el Caribe: hacia una nueva taxonomía multidimensional de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. *Revista de la CEPAL*, 125, 7-28. <https://doi.org/10.18356/e510cbb6-es>
- [49] Todaro, M.P., & Smith, S.C. (2012). *Economic Development*, (11th Ed.), Pearson Education.
- [50] Vallejo, L. (2009). Del crecimiento económico al desarrollo sostenible: una aproximación. *Apuntes del CENES*, 28(47), 99-116. <https://revistas.uptc.edu.co/index.php/cenes/article/view/82>
- [51] Van Tran, N., Van Tran, Q., Thuy Do, L., Dinh, L., & Thu Do, H. (2019). Trade off Between Environment, Energy Consumption and Human Development: Do Levels of Economic Development Matter? *Energy*, 173(15), 483-493. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.02.042>
- [52] Vergara, C. & Ortiz, D. (2016). Desarrollo sostenible: enfoques desde las ciencias económicas. *Apuntes del CENES*, 35(62), 15-52. <https://doi.org/10.19053/22565779.4240>

- [53] Vethencourt, F. (2007). *Justicia social y capacidades. Un acercamiento al enfoque de Amartya Sen*. Ediciones Banco Central de Venezuela.
- [54] Vita, G., Hertwich, E., Stadler, K., & Wood, R. (2019). Connecting Global Emissions to Fundamental Human Needs and Their Satisfaction. *Environmental Research Letters*, 14(1). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aae6e0>