

Diseño de un índice socio-ecológico con aplicaciones pedagógicas en educación ambiental

Design of a socio-ecological index with pedagogical applications in environmental education

DOI: 10.47374/novcol.2025.v20.2763

Linda Marisol Estupiñan ¹
Mateo Aguado Caso ²

1. Universidad Internacional de La Rioja (UNIR), Maestría en Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible; Academia Militar Matamoros, Popayán, Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0594-5682>
Correo: lindamari2594@gmail.com

2. Universidad Internacional de La Rioja (UNIR), Facultad de Ciencias de la Educación y Humanidades, Grupo de Investigación en Educación Ambiental, Comportamiento Sostenible e Innovación para el Cambio Social (EDUCAMB); Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ecología, Laboratorio de Socio-Ecosistemas.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0510-4912>
Correo: mateo.aguado@unir.net

Resumen

Desde la experiencia docente en educación ambiental, este estudio propuso el diseño del ISE-COL, un índice socio-ecológico orientado a integrar la evaluación del bienestar humano y el impacto ambiental con fines educativos en Colombia. Se partió de la necesidad de contar con herramientas que articulen el análisis cuantitativo con procesos de formación ambiental, favoreciendo la comprensión crítica de la relación sociedad-naturaleza en el contexto colombiano.

El desarrollo metodológico incluyó la revisión de índices de sostenibilidad, la definición de criterios de selección de indicadores y su normalización mediante escalas comparables y ponderación equitativa. Se construyeron dos subíndices: Bienestar Humano, e Impacto Ambiental, y se estableció un índice global ponderado. La validación del ISE-COL se sustentó en el análisis

Historia del artículo

Fecha de recepción: 18/09/2025

Fecha de aceptación: 12-11-2025

de coherencia interna y en su aplicación pedagógica en talleres con 38 estudiantes de educación media, quienes trabajaron con datos reales, elaboraron representaciones gráficas y discutieron alternativas de mejora ambiental en su entorno.

Los resultados muestran que el ISE-COL es consistente en su estructura y facilita el análisis de información socioambiental en el aula. La experiencia evidenció avances en la interpretación de datos y en la reflexión crítica sobre prácticas sostenibles, destacando su utilidad como recurso didáctico para vincular indicadores de sostenibilidad con procesos de enseñanza-aprendizaje.

Se concluye que el ISE-COL constituye una herramienta válida y flexible para promover la educación ambiental desde el análisis de información, fortaleciendo la formación ciudadana y el compromiso con el desarrollo sostenible. La propuesta se derivó de la práctica educativa y busca aportar una mirada situada sobre como los índices pueden convertirse en herramientas pedagógicas.

Palabras clave: sistemas socio-ecológicos, sostenibilidad, indicadores ambientales, educación ambiental, bienestar humano, impacto ecológico

Abstract

Based on teaching experience in environmental education, this study proposed the design of the ISE-COL, a socio-ecological index aimed at integrating the assessment of human well-being and environmental impact for educational purposes in Colombia. The starting point was the need for tools that combine quantitative analysis with environmental education processes, promoting critical understanding of the relationship between society and nature in the Colombian context.

The methodological development included reviewing sustainability indices, defining indicator selection criteria, and standardizing them using comparable scales and equitable weighting. Two sub-indices were constructed: Human Well-being and Environmental Impact, and a weighted global index was established. The validation of the ISE-COL was based on internal consistency analysis and its pedagogical application in workshops with 38 high school students, who worked with real data, created graphical representations, and discussed alternatives for environmental improvement in their surroundings.

The results show that the ISE-COL is consistent in its structure and facilitates the analysis of socio-environmental information in the classroom. The experience demonstrated progress in data interpretation and critical reflection on sustainable practices, highlighting its usefulness as a teaching resource for linking sustainability indicators with teaching-learning processes.

It is concluded that ISE-COL is a valid and flexible tool for promoting environmental education through information analysis, strengthening civic education and commitment to sustainable development. The proposal was derived from educational practice and seeks to provide a perspective on how indices can become pedagogical tools.

Keywords: social-ecological systems, sustainability, environmental indicators, environmental education, human well-being, ecological impact.

Introducción

La relación entre el bienestar humano y la sostenibilidad ecológica se ha consolidado como uno de los principales desafíos del siglo XXI (Hickel, 2019; Fanning et al., 2020; O'Neill et al., 2018; Schlesier et al., 2024). En países megadiversos como Colombia, esta tensión adquiere mayor relevancia debido a la riqueza natural y cultural del territorio, contrastada con un modelo de desarrollo basado históricamente en la explotación intensiva de recursos (Molina et al., 2022). Aunque el país alberga cerca del 10 % de las especies de flora y fauna del planeta (Instituto Humboldt, 2024), actividades como la minería ilegal, la deforestación y la expansión urbana no planificada han generado una presión creciente sobre los ecosistemas colombianos (Mendoza et al., 2024).

En las últimas décadas, el crecimiento económico sostenido en muchos países, incluyendo Colombia, medido principalmente a través del Producto Interno Bruto (PIB), no refleja necesariamente, ni de manera integral, si existen o no mejoras en la calidad de vida y en la conservación ambiental (Aguado, 2016). Si bien los indicadores sociales muestran avances como la reducción de la pobreza y el aumento del acceso a servicios básicos, estos beneficios se distribuyen de forma desigual y van acompañados de un deterioro progresivo del componente ecológico (Banco Mundial, 2023). Esta desconexión evidencia la insuficiencia del PIB como único referente de desarrollo sostenible y la necesidad de emplear indicadores integrados que articulen dimensiones sociales y ambientales (Hickel, 2020; O'Neill et al., 2018; Schlesier et al., 2024).

Diversos enfoques internacionales han intentado responder a esta problemática, desde el Índice de Desarrollo Humano (PNUD, 2022) hasta propuestas más recientes como el Sustainable Development Index (Hickel, 2020). Sin embargo, estos modelos suelen presentar limitaciones para capturar las particularidades territoriales. En el contexto colombiano, resulta necesario diseñar herramientas que permitan evaluar simultáneamente el bienestar humano y el impacto ambiental, incorporando los límites biofísicos y la justicia social como criterios fundamentales (Aguado et al., 2014; Nuñez, 2019).

A pesar de los avances logrados con la implementación de propuestas internacionales como el Happy Planet Index, el Sustainable Development Index o el Ecosystem Health Index, persiste un vacío en la articulación entre los indicadores de bienestar humano y las variables ecológicas desde una perspectiva pedagógica contextualizada. Frente a este escenario, la presente investigación busca contribuir a llenar dicho vacío mediante el diseño de una herramienta que integre dimensiones sociales y ambientales en el contexto colombiano y que, además, tenga un propósito formativo orientado al análisis crítico y a la alfabetización ambiental en el aula.

Desde la perspectiva de los sistemas socio-ecológicos, las interacciones entre los humanos y los ecosistemas constituyen unidades integradas que coevolucionan en el tiempo, generando dinámicas de retroalimentación entre bienestar, recursos y sostenibilidad (Berkes y Folke, 1998). En este sentido, la comprensión del desarrollo y del bienestar humano requiere incorporar la noción de resiliencia socio-ecológica (Ostrom, 2009), así como las condiciones culturales, políticas y educativas que median su gestión. En este marco, la educación ambiental se concibe no solo como un instrumento de comunicación del conocimiento, sino también como un proceso de construcción colectiva y de acción transformadora frente a los problemas socioambientales, evolucionando desde los enfoques conservacionistas hacia perspectivas críticas y socio-ecológicas que integran justicia, participación y sostenibilidad (Filho et al., 2023; Sauv e, 2017).

La educación ambiental constituye, en este sentido, un pilar estratégico para promover la reflexión crítica y la formación de una ciudadanía comprometida con la sostenibilidad (UNESCO, 2017). La escuela se convierte así en un espacio privilegiado para que los estudiantes comprendan las tensiones entre desarrollo, bienestar y límites ecológicos mediante metodologías activas y contextualizadas (Martínez y Monzó, 2021).

El presente estudio tiene como objetivo diseñar un índice socio-ecológico para Colombia denominado ISE-COL, compuesto por un subíndice de bienestar humano y un subíndice de impacto ambiental; adicionalmente, se busca implementar su aplicación pedagógica en el aula, fortaleciendo la capacidad de los estudiantes para analizar críticamente su territorio, interpretar datos socioambientales y proponer alternativas orientadas al bienestar colectivo y a la sostenibilidad.

Materiales y métodos

Diseño del índice socio-ecológico ISE-COL

El índice ISE-COL se diseñó como una herramienta educativa y diagnóstica para integrar dimensiones sociales y ambientales en un marco de sostenibilidad, tomando como referencia el enfoque socio-ecológico de Aguado (2016) y adaptándolo al contexto colombiano. El análisis se desarrolló en una serie temporal de diez años (2014-2024), lo que permitió observar la evolución de las dimensiones sociales y ambientales en el tiempo y generar una base para la reflexión crítica en escenarios pedagógicos.

La metodología se organizó en cuatro etapas: i) selección de indicadores, mediante la identificación de variables relevantes según el enfoque socio-ecológico y su pertinencia educativa; ii) normalización de datos, transformando los valores a una escala de 0 a 1 para hacerlos comparables entre sí; iii) cálculo del índice, obteniendo promedios representativos de los subíndices de bienestar e impacto ambiental; iv) interpretación de tendencias, a través de la lectura crítica en las tendencias anuales y su relación con los límites planetarios.

La selección de indicadores se realizó atendiendo a tres criterios: i) pertinencia conceptual de los indicadores frente a las dimensiones del bienestar humano, ii) disponibilidad y confiabilidad de datos oficiales, y iii) viabilidad pedagógica para su implementación en contextos educativos. Para garantizar la validez y comparabilidad de la información, los indicadores se obtuvieron de fuentes oficiales y de acceso público, de carácter nacional e internacional, como el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), el Ministerio de Salud, el Ministerio de Educación, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC) y el Banco Mundial. El uso de estas fuentes asegura que los resultados del índice

no dependerán de estimaciones arbitrarias, sino que se fundamentan en datos verificados y ampliamente utilizados en el diseño de políticas públicas y en la investigación académica.

Este índice, a su vez, articula dos subíndices: uno de bienestar humano y otro de impacto ambiental. El primero se estructuró en torno a cinco dimensiones: materiales básicos para una buena vida, salud, seguridad, buenas relaciones sociales y libertad de acción y elección (MEA, 2005), y cada dimensión se construyó a partir de varios indicadores específicos seleccionados en función de su relevancia y disponibilidad en las fuentes oficiales ya mencionadas. El segundo componente de impacto ambiental incluyó cuatro indicadores: la huella de carbono, la huella hídrica, la deforestación y la generación de residuos sólidos, concebidos como representaciones directas de la presión ecológica derivada del modelo de desarrollo.

Para integrar variables de distinta escala se aplicó un proceso de normalización lineal mediante valores mínimos y máximos que transformó los valores originales a una escala común de 0 a 1. Esta estrategia asegura la comparabilidad entre indicadores heterogéneos, evitando que las diferencias en unidades de medida distorsionen el resultado final. Además, se establecieron umbrales de suficiencia deseables basados en referencias técnicas y estándares internacionales (OCDE, ONU – PNUD, PNUMA, límites planetarios propuestos por Rockström et al. (2009)), con el fin de otorgar un sentido evaluativo a los valores obtenidos.

En algunas dimensiones se trabajaron índices en donde los valores bajos representaron mejores condiciones, como la tasa de homicidios o la pobreza multidimensional. En estos casos la escala fue invertida, de manera que los puntajes cercanos a 1 reflejaron mayor bienestar o sostenibilidad. Este ajuste metodológico permitió mantener una interpretación consistente de los resultados, donde los valores altos en el índice siempre se asocian a condiciones más favorables.

Para el cálculo de los subíndices se promediaron los indicadores agrupados en cada dimensión, para luego integrarlos en un único índice compuesto, el ISE-COL, el cual articula de forma sistemática el bienestar humano y la presión ambiental. Esta integración facilita una visión holística de la relación sociedad – naturaleza, y ofrece un instrumento pedagógico robusto para analizar cómo los avances sociales pueden implicar costos ecológicos. Finalmente, se promediaron e integraron los valores de cada dimensión articulando de forma sistemática el bienestar humano y

la presión ambiental, lo que permitió identificar tendencias, contrastes y tensiones entre las dimensiones sociales y ambientales, ofreciendo una lectura crítica sobre la sostenibilidad en el contexto colombiano. Este proceso se aplicó al periodo 2014–2024, posibilitando un análisis de tendencias.

Aunque el índice se estructura en torno a los subíndices de bienestar humano e impacto ambiental, su concepción responde a una visión socio-ecológica integral, que reconoce la interdependencia entre los sistemas naturales y humanos. Desde esta perspectiva, el índice se centra en dos componentes principales: el bienestar humano y el impacto ambiental, los cuales permiten analizar de manera integrada la relación entre el desarrollo social y la sostenibilidad ecológica.

El índice de bienestar humano se construyó con base en las cinco dimensiones propuestas por el Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005): materiales básicos para una buena vida, salud, seguridad, buenas relaciones sociales y libertad de acción y elección. Asimismo, cada dimensión se representó mediante indicadores verificables, entre ellos el acceso a agua potable y a electricidad, la esperanza de vida, cobertura en salud, pobreza multidimensional, tasa de homicidios, percepción de seguridad, participación comunitaria, participación electoral, la tasa de alfabetización, acceso a internet y acceso a la educación superior (Fig. 1).

En el índice de impacto ambiental, se integraron cuatro indicadores representativos: huella de carbono, huella hídrica, tasa de deforestación y generación de residuos. Este enfoque mantiene coherencia metodológica a través de un diseño enfocado a analizar la relación entre bienestar y sostenibilidad ambiental.

Para garantizar la validez del índice, se revisaron las recomendaciones metodológicas de construcción de indicadores compuestos propuestas por la OECD (2008), adoptando un esquema de normalización lineal por mínimos y máximos que permite la comparabilidad entre variables heterogéneas. La elección de ponderaciones equitativas y proporcionales se fundamentó en la necesidad de otorgar igual peso a las dimensiones de bienestar e impacto ambiental. La consistencia interna se verificó mediante un análisis exploratorio de correlaciones entre indicadores de cada subíndice, observándose coherencia en sus direcciones de cambio durante el periodo 2014 – 2024.

Las fuentes de datos empleadas corresponden a registros oficiales del DANE, el Ministerio de Salud, el Ministerio de Educación, el IDEAM, el SIAC y el Banco Mundial, con

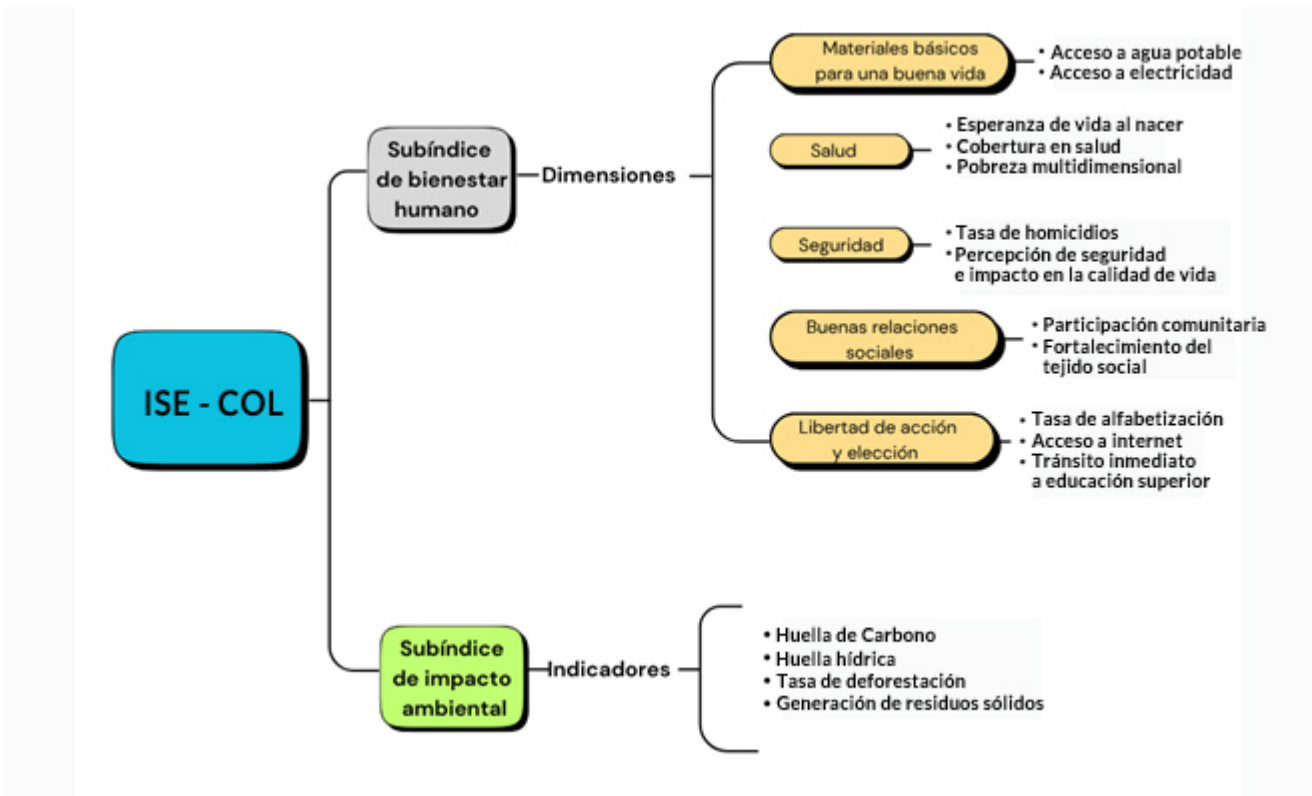


Figura 1. Estructura del ISE - COL y de los índices de bienestar humano e impacto ambiental, con las dimensiones e indicadores que fueron contemplados para su construcción.

series anuales completas o con interpolaciones lineales cuando se identificaron vacíos en los años intermedios. En los casos de datos ausentes, se aplicaron estimaciones conservadoras mediante tres estrategias complementarias: i) interpolación lineal simple, cuando existían valores disponibles antes y después del año faltante; ii) promedios móviles de tres años para suavizar variaciones extremas y mantener la coherencia temporal; y iii) sustitución por el último valor disponible en los casos en que la fuente oficial no hubiera actualizado el indicador. Estas decisiones metodológicas se adoptaron para evitar sesgos y mantener la trazabilidad de las tendencias.

Respecto a la dimensión pedagógica, la validación se realizó a partir de un diseño de tipo mixto, triangulando la

información de tres talleres secuenciales con evidencias de aprendizaje obtenidas mediante rúbricas, observación participante y análisis de productos elaborados por los estudiantes, como mapas conceptuales, gráficas e infografías. Para este estudio, la muestra estuvo conformada por 38 estudiantes del grado 11 de la institución educativa Academia Militar Matamoros de la ciudad de Popayán; los participantes fueron seleccionados por conveniencia. Si bien no se buscó una representatividad estadística, el tamaño muestral permitió identificar tendencias cualitativas y cuantitativas consistentes con los propósitos formativos del estudio.

En conjunto, el diseño metodológico aportó evidencia suficiente para otorgar validez, confiabilidad y coherencia metodológica, fortaleciendo el sustento técnico del índice como herramienta analítica y educativa.

Implementación del ISE-COL

El índice fue concebido como un instrumento de integración y análisis, también como una herramienta pedagógica innovadora para la educación ambiental, orientada a vincular el conocimiento interdisciplinar con procesos de aprendizaje crítico sobre la sostenibilidad. Su aplicación en el aula permitió que los estudiantes se acercaran a problemáticas reales del contexto colombiano mediante el uso de datos oficiales, favoreciendo así una comprensión situada y reflexiva de la relación entre el bienestar humano y el impacto ambiental.

La propuesta se desarrolló con estudiantes de grado 11 mediante un ciclo de tres talleres secuenciales, diseñados bajo el enfoque de aprender haciendo. Cada taller correspondió a una fase de intervención:

1. **Sensibilización:** se promovió la reflexión crítica frente a los límites del Producto Interno Bruto (PIB) como indicador de desarrollo y la necesidad de avanzar hacia indicadores alternativos que consideren simultáneamente el bienestar humano y los límites ecológicos.
2. **Construcción e interpretación:** se introdujo a los estudiantes en el análisis participativo de las dimensiones sociales y ecológicas del índice, favoreciendo la lectura de datos reales y su representación en esquemas gráficos.
3. **Contraste y propuestas:** se generaron espacios de diálogo donde los estudiantes compararon resultados de los componentes sociales y ecológicos, identificaron tensiones y elaboraron propuestas de mejora contextualizadas, orientadas a la sostenibilidad de su entorno.

El diseño pedagógico integró recursos digitales y materiales del aula, y se apoyó en dinámicas de trabajo colaborativo, análisis de información y socialización de conclusiones. Con ello se buscó articular la alfabetización científica con la educación ambiental, de manera que los estudiantes desarrollaran competencias para interpretar datos, comprender relaciones sociales y participar en procesos colectivos de transformación.

Asimismo, la intervención se articuló con los Objetivos de Desarrollo Sostenible - ODS, destacando su pertinencia en la formación escolar. En particular, el proceso se vinculó con el ODS 4, educación de calidad; ODS 11, ciudades y comunidades; ODS 12, producción y consumo responsables; y ODS 13, acción por el clima. De este modo, el índice

operó como herramienta diagnóstica, y también como recurso estratégico para conectar los aprendizajes escolares con los desafíos globales de sostenibilidad.

Resultados y discusión

El análisis de la información se realizó en dos niveles complementarios. El primero consistió en la implementación del índice socio-ecológico, aplicando un enfoque descriptivo de tendencias que permitió identificar la evolución de las dimensiones sociales y ambientales durante el periodo analizado (2014-2024). A partir de los valores normalizados de cada dimensión, se calcularon promedios anuales y se construyó una gráfica comparativa que facilitó la interpretación de las trayectorias y tensiones entre bienestar humano e impacto ambiental.

El segundo nivel se orientó a la aplicación pedagógica, donde se evaluaron los aprendizajes estudiantiles mediante criterios de comprensión conceptual, interpretación de indicadores y formulación de propuestas de mejora. Esta evaluación se apoyó en la triangulación de evidencias obtenidas en las actividades de los talleres, como mapas conceptuales, gráficas, discusiones colectivas y presentaciones finales, asimismo se emplearon rúbricas para valorar el desarrollo de competencias analíticas socio-ecológicas y ciudadanas en los estudiantes.

De esta manera, el análisis integró la lectura estadística del índice con la valoración pedagógica del proceso educativo, asegurando la coherencia entre la construcción metodológica del índice y su potencial formativo.

Análisis de los resultados obtenidos

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación del ISE-COL evidenciaron la evolución simultánea del bienestar humano y del impacto ambiental en Colombia a lo largo de la última década (Fig. 2).

Respecto a la evolución del bienestar humano, se observa una tendencia positiva sostenida, con un crecimiento progresivo a lo largo de la década. Este subíndice parte de un valor bajo en 2014, asociado a limitaciones en condiciones materiales y de acceso a servicios básicos, y alcanza su punto más alto en 2024, lo que refleja un avance significativo en dimensiones clave del bienestar. Si bien el crecimiento no es completamente lineal, ya que algunos años se identifican leves estancamientos,

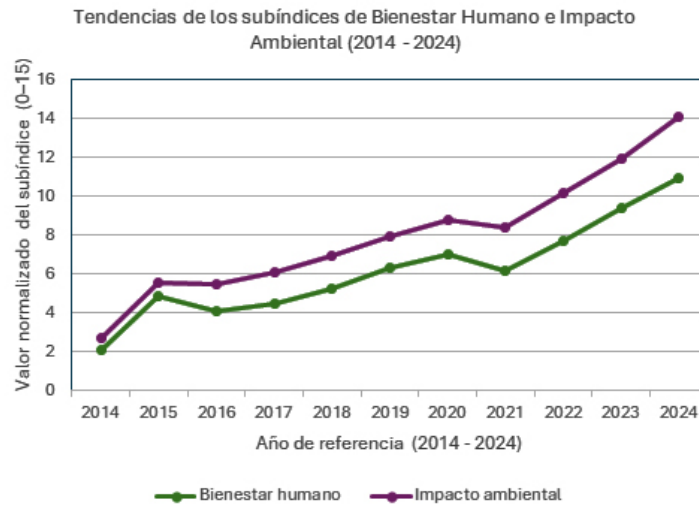


Figura 2. Comparación de tendencias de los subíndices de bienestar humano e impacto ambiental en Colombia (2014-2024).

la trayectoria general indica un avance positivo y significativo hacia mayores niveles de bienestar humano. Este comportamiento confirma la utilidad del subíndice como herramienta de análisis, al integrar información diversa sobre el bienestar humano en un solo indicador sintético que muestra tendencias de largo plazo.

Por su parte, el subíndice de impacto ambiental arrojó una evolución creciente a lo largo del periodo evaluado, con un incremento constante de las presiones ecológicas sobre los ecosistemas en el país. Este subíndice inicia con valores bajos en 2014 y alcanza su nivel más alto en 2024, lo que indica un incremento sostenido en los impactos ambientales asociados al modelo de desarrollo. Aunque se observan ligeras variaciones en algunos años, la trayectoria general es de incremento progresivo, lo que refleja la persistencia de procesos de deterioro ambiental en el contexto colombiano. Este comportamiento subraya la importancia de considerar la sostenibilidad y los límites ecológicos como un factor central en la evaluación del bienestar humano.

El análisis integrado de ambos subíndices permite observar una dinámica compleja entre los avances sociales y las presiones ecológicas en Colombia durante la última década. La comparación de los dos subíndices revela que, aunque el país ha experimentado mejoras sostenidas en las condiciones de vida de la población, estos progresos han estado acompañados de un aumento paralelo en los impactos ambientales. Entre el 2017 y 2019, el bienestar humano mantiene su tendencia positiva, mientras que

el impacto ambiental se eleva de manera más marcada, asociado al auge de actividades productivas y extractivas en el marco del posconflicto (Molina et al., 2022). En 2020, el bienestar humano baja como consecuencia de los efectos de la pandemia por COVID-19, mientras que el impacto ambiental desciende de manera leve debido a la reducción temporal en movilidad y producción. A partir del 2021, ambos subíndices retoman su crecimiento, alcanzando en 2023-2024 sus niveles más altos.

Adicionalmente, la trayectoria comparada de los dos subíndices revela un hallazgo crucial: aunque en 2014 ambos partían de niveles muy próximos, con el paso de los años la brecha entre ellos se amplía de manera sostenida. El impacto ambiental crece a un ritmo más acelerado que el bienestar humano, lo que sugiere que los avances sociales en Colombia se han alcanzado a costa del uso cada vez más intensivo de los recursos naturales y de una mayor presión sobre los ecosistemas. Esta divergencia pone en evidencia la creciente insostenibilidad del modelo de desarrollo colombiano: la eficiencia ecológica con la que Colombia ha venido generado bienestar entre sus habitantes durante la última década se ha debilitado progresivamente (Abdallah et al., 2009; Aguado, 2016; Hickel, 2020).

Para comprender mejor estas tendencias, es pertinente considerar los enfoques internacionales que inspiraron el desarrollo del ISE-COL. Diversas propuestas de medición del bienestar y de la sostenibilidad han buscado superar las limitaciones del crecimiento económico

como único indicador de progreso, entre ellas el índice de Desarrollo Humano (PNUD, 2022), el índice de Progreso Social (Social Progress Imperative, 2021), el Happy Planet Index, el Sustainable Development Index (Hickel, 2020) y el Better Life Index (OECD, 2023).

Estos referentes fueron usados como base conceptual para integrar en un solo instrumento los componentes de bienestar humano e impacto ambiental. De esta forma, el ISE-COL adopta una visión multidimensional del desarrollo adaptada al contexto colombiano, que permite interpretar la relación entre el bienestar y la sostenibilidad desde una aproximación socio-ecológica y educativa.

Desde una perspectiva teórica, esta divergencia entre bienestar e impacto ambiental apoya las advertencias planteadas por O'Neill et al. (2018) y Hickel (2020), quienes señalan que el crecimiento económico no garantiza necesariamente un buen vivir. En el caso colombiano, la expansión de bienestar material se vincula a sectores intensivos en recursos naturales, lo que genera un déficit ecológico persistente. Estos resultados invitan a replantear las políticas públicas hacia modelos de desarrollo postcrecimiento y de suficiencia ecológica basados en la justicia ambiental y en la redistribución del bienestar (Fanning et al., 2020; Schelesier et al., 2024).

Aunque el presente artículo no incluye estadísticas inferenciales, los resultados descriptivos muestran patrones consistentes, identificando tendencias de crecimiento simultáneo en ambos componentes. Futuros análisis podrán incorporar pruebas de correlación o sensibilidad para fortalecer la validación del índice y cuantificar la magnitud de esta relación.

La interpretación pedagógica de estos resultados permitió que los estudiantes reconocieran críticamente la relación entre bienestar y sostenibilidad, comprendiendo cómo las decisiones productivas y de consumo tienen consecuencias socio-ecológicas. En este sentido, el índice no solo actúa como instrumento de diagnóstico, sino también como un recurso didáctico para promover la alfabetización ambiental y el pensamiento crítico frente a los vigentes modelos de desarrollo dominantes.

Estos hallazgos demuestran la relevancia del estudio y aplicación del ISE-COL como herramienta para visibilizar tensiones entre prosperidad social y sostenibilidad ecológica, alimentando el debate sobre la necesidad de transitar hacia un nuevo modelo de desarrollo, que articule de manera equilibrada el bienestar humano y la

sostenibilidad ecológica. Este debate es esencial para repensar las políticas públicas y los procesos educativos orientados hacia la sostenibilidad.

Aplicación pedagógica del ISE-COL

Además de su importante valor de diagnóstico, el índice cumplió una dimensión pedagógica. Su incorporación en la formación de los estudiantes de grado 11 en formato taller, permitió que los participantes se aproximaran de manera práctica al análisis de la sostenibilidad, integrando datos reales con procesos de interpretación crítica.

Los talleres se estructuraron en tres fases: i) sensibilización, ii) construcción, iii) interpretación (Tabla 1). En la primera fase, los estudiantes reflexionaron sobre las limitaciones del PIB como indicador de desarrollo, lo que abrió la discusión hacia una visión más amplia del bienestar humano. En la segunda fase, los estudiantes trabajaron con algunos datos oficiales empleados en el índice, para comprender cómo se construyó. Finalmente, en la tercera fase, los estudiantes contrastaron los resultados de bienestar e impacto ambiental, y propusieron acciones para mejorar la sostenibilidad en su contexto escolar y comunitario.

Este proceso evidenció que el uso del índice como recurso didáctico favorece el aprendizaje activo y situado al vincular la realidad del país con conceptos abstractos de sostenibilidad. Además, permitió a los estudiantes desarrollar competencias analíticas, ciudadanas y socio-ecológicas, consolidando este índice como una herramienta de medición, que aporta elementos para formar una conciencia ambiental crítica.

Los resultados de la aplicación pedagógica evidenciaron que cada fase del ciclo de talleres aportó logros concretos a los estudiantes, tanto en términos de comprensión conceptual como de capacidad crítica frente a la sostenibilidad, mostrando como la fase inicial permitió la elaboración de un mapa conceptual colectivo, la segunda consolidó la construcción del índice aplicado al contexto colombiano y la tercera dio lugar a propuestas de mejora locales mediante murales e infografías.

Estos productos reflejan no solo aprendizajes puntuales, sino también la incorporación de una visión holística del desarrollo sostenible, en la que los estu-

Tabla 1. Fases de los talleres pedagógicos para la aplicación del ISE-COL.

| | FASE | OBJETIVO | ACTIVIDADES | RESULTADOS |
|---|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Sensibilización sobre sostenibilidad y bienestar. | Concienciar a los estudiantes sobre los límites del enfoque económico tradicional. | Dinámicas en grupo, mapas mentales, video y lluvia de ideas sobre sostenibilidad y justicia social. | Mapa conceptual colectivo sobre sostenibilidad y bienestar. |
| 2 | Construcción del ISE-COL (con sus dos subíndices). | Recolectar y analizar datos sobre bienestar humano en el contexto colombiano, usando el enfoque del ISE-COL. | Búsqueda, recolección y análisis de datos para los últimos 10 años, trabajando con fuentes oficiales. | Índice ISE-COL aplicado al contexto colombiano para los últimos 10 años. |
| 3 | Contraste y análisis de propuestas de mejora. | Comparar los dos subíndices, reflexionar sobre hallazgos y proponer acciones individuales y colectivas para mejorar la sostenibilidad de Colombia. | Presentación de resultados, trabajo en grupos, plenaria de propuestas y elaboración de un mural o infografía. | Análisis de tendencias por años, mural final y propuestas de mejora local. |

Fuente: elaboración propia, a partir del trabajo pedagógico con el grupo de estudiantes.

diantes articularon dimensiones sociales y ambientales de manera integrada. En coherencia con los Objetivos del Desarrollo Sostenibles (ODS) 4, 11, 12 y 13, el proceso favoreció el análisis científico, la formación ciudadana y la conciencia socio-ecológica, consolidando al ISE-COL como un recurso educativo valioso que vincula datos reales con reflexiones críticas y acciones transformadoras.

Conclusiones

El diseño del índice socio-ecológico ISE-COL permitió integrar de manera sintética dimensiones sociales y ambientales, ofreciendo una visión crítica de la sostenibilidad en Colombia durante el periodo 2014-2024. Su estructura metodológica demostró ser aplicable y replicable en contextos educativos y de análisis territorial. La comparación entre ambos subíndices puso en evidencia que el crecimiento del bienestar humano no ha estado acompañado de una reducción en los impactos ambientales, sino que más bien, ha coincidido con su incremento. Este hallazgo refuerza la necesidad de replantear las bases del desarrollo y la concepción dominante del bienestar en el país bajo un enfoque de sostenibilidad fuerte. El enfoque pedagógico del índice confirma su valor como herramienta educativa, al facilitar procesos de sensibilización, construcción e interpretación crítica. El uso de

datos reales y la metodología participativa contribuyen al desarrollo de competencias analíticas y ciudadanas orientadas a la sostenibilidad.

El diseño del índice socio-ecológico permitió integrar de manera sintética dimensiones sociales y ambientales, ofreciendo una visión crítica de la sostenibilidad en Colombia durante el periodo 2014 - 2024. Su estructura metodológica demostró ser aplicable y replicable en contextos educativos y de análisis territorial. La comparación entre ambos subíndices puso en evidencia que el crecimiento del bienestar humano no ha estado acompañado de una reducción en los impactos ambientales, sino que, por el contrario, ha coincidido con su incremento. Este hallazgo refuerza la necesidad de replantear las bases del desarrollo y la concepción dominante del bienestar en el país bajo un enfoque de sostenibilidad fuerte. Por su parte, el enfoque pedagógico del índice confirma su valor como herramienta educativa, al facilitar procesos de sensibilización, construcción e interpretación crítica. El hecho de que los estudiantes pudieran interactuar con datos reales a través de una metodología participativa contribuyó al desarrollo de competencias analíticas y ciudadanas orientadas a la sostenibilidad.

Como limitantes en este estudio, se debe indicar la falta de disponibilidad y actualización heterogénea de algunos datos oficiales, lo que restringe el nivel de precisión temporal en algunos indicadores am-

bientales. Asimismo, en análisis se centró en una muestra educativa específica, sin validar los resultados de aprendizaje en diferentes regiones o contextos comunitarios. En cuanto al alcance territorial, el índice fue diseñado para el contexto nacional, por lo que se podría actualizar su aplicación a escalas locales con algunas modificaciones y selección de indicadores pertinentes.

A futuro se prevé ampliar la aplicación del índice hacia instituciones de educación superior, promoviendo su uso en programas de formación ambiental, sostenibilidad y desarrollo regional. Igualmente, el índice puede servir como insumo para la formulación de políticas públicas, al ofrecer una herramienta integradora que vincule el bienestar humano con los límites ecológicos del territorio. En futuras investigaciones, se propone avanzar en la validación participativa del índice mediante la incorporación de actores comunitarios, así como en el análisis comparativo internacional que permita fortalecer su validez externa y su potencial de transferencia.

Agradecimientos

Con gratitud reconocemos el apoyo de los estudiantes que participaron en la experiencia pedagógica, quienes con su entusiasmo y reflexiones enriquecieron el proceso y le dieron un carácter transformador. Agradecemos igualmente a la institución educativa que brindó el espacio para el desarrollo de esta propuesta, así como a las fuentes oficiales de información que hicieron posible la construcción del índice.

Este artículo deriva de la tesis titulada “Panel socio-ecológico como herramienta educativa: diseño y evaluación de índices de bienestar humano e impacto ambiental en el contexto colombiano”, presentada en la Maestría en Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible, Universidad Internacional de la RIOJA (UNIR) en 2025.

Referencias

Abdallah, S., Thompson, S., Michaelson, J., Marks, N. y Steuer, N. 2009. The Happy Planet Index 2.0: Why good lives don't have to cost the Earth. *New Economics Foundation*. Disponible en: <https://neweconomics.org/2009/06/happy-planet-index-2-0>

Aguado, M. 2016. *Vivir bien en un planeta finito: Una mirada socio-ecológica al concepto de bienestar humano*. Tesis doctoral en Ecología. Universidad Autónoma de Madrid, doctorado en Ecología. Madrid, España. 276 pp. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10486/675536>

Aguado, M., Bellott, K., González, J. y Montes, C. 2014. Por un Buen Vivir dentro de los límites de la naturaleza: Cuando el modelo de desarrollo occidental no es el camino. *Papeles de Relaciones Ecosociales y Cambio Global*, 125, 153-163.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). 2023. Índice de Desempeño Ambiental para América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo.

Banco Mundial. 2023. Intentional homicides, male (per 100,000 male) – Colombia. Disponible en: <https://datos.bancomundial.org/indicador/VC.IHR.PSRC.MA.P5?locations=CO>

Banco Mundial. 2024. World Development Indicators. Disponible en: <https://data.worldbank.org>

Berkes, F. y Folke, C. y Colding, J. 1998. *Linking social and ecological systems: Management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge University Press, New York. 432 pp.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). 2024. Base de datos de indicadores sociales y económicos de Colombia. Disponible en: <https://www.dane.gov.co>

Fanning, A. L., O'Neill, D. W. y Büchs, M. 2020. Provisioning systems for a good life within planetary boundaries. *Global Environmental Change*, 64(1): 102135. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102135>

Filho, W. L., Salvia, A. L. y Pretorius, R. W. 2023. *Handbook of sustainability science and research*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-63007-6>

Hickel, J. 2019. Is it possible to achieve a good life for all within planetary boundaries? *Third World Quarterly*, 40(1): 18–35. <https://doi.org/10.1080/01436597.2018.1535895>

Hickel, J. 2020. The sustainable development index: Measuring the ecological efficiency of human development in the Anthropocene. *Ecological Economics*, 167(1): 106331. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.05.011>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). 2024. Indicadores ambientales de Colombia. Disponible en: <https://www.ideam.gov.co>

Instituto Humboldt. 2024. Diversidad biológica para el desarrollo sostenible. Fundación Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Disponible en: <https://www.humboldt.org.co/noticias/diversidad-biologica-para-el-desarrollo-sostenible>

Martínez, A. y Monzó, A. 2021. Cultura de la sostenibilidad en la formación de profesionales de la Pedagogía y la Educación Social desde las metodologías para la transición socio-ecológica (el aprendizaje-servicio). Memorias Congreso internacional SIPS 2021 XXXIII, Seminario Interuniversitario de Pedagogía Social Educación Ambiental y Cultura de la Sostenibilidad: construyendo la transición ecológica. Sociedad Iberoamericana de Pedagogía Social.

Mendoza, J. E., Solano, C., Gutiérrez, C., Moncaleano, M., Franco, O., Franco, M. L. y Obregón, C. 2024. *Parques Nacionales Cómo Vamos - PNCV: "Parques Nacionales Naturales colombianos y su aporte a la paz con la naturaleza. Informe 2024"*. Fundación Natura, Bogotá. D.C. 213pp. Disponible en: <https://parquescomovamos.com/>

Millennium Ecosystem Assessment (MEA). 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington D.C. 155 pp.

Ministerio de Educación Nacional. 2024. *Sistema Nacional de Información de la Educación Superior - SNIES*. Disponible en: <https://www.mineduccion.gov.co>

Ministerio de Salud y Protección Social. 2024. *Indicadores de salud pública*. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co>

Molina-Orjuela, D. E., Chavarro, S. G. y Guzmán, B. O. 2022. Impactos del conflicto armado colombiano sobre el medio ambiente y acciones para su efectiva reparación. *Revista Científica General José María Córdova*, 20(40): 1087-1103. <https://doi.org/10.21830/19006586.1129>

Núñez, I. 2019. Educación para el desarrollo sostenible: hacia una visión sociopedagógica. *Controversias y Concurrencias Latinoamericanas*, 11 (19). Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5886/588661549016/html/>

O'Neill, D. W., Fanning, A. L., Lamb, W. F. y Steinberger, J. K. 2018. A good life for all within planetary boundaries. *Nature Sustainability*, 1(2), 88-95. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0021-4>

Ostrom, E. 2009. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939): 419-422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2022. *Human Development Index*. Disponible en: <https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index>

Sauvé, L. 2017. Educación Ambiental y Ecociudadanía: un proyecto ontogénico y político. *REMEA - Revista Eletrônica Do Mestrado Em Educação Ambiental*, 261-278. <https://doi.org/10.14295/remea.v0i0.7306>

Schlesier, H., Schäfer, M. y Desing, H. 2024. Measuring the Doughnut: A good life for all is possible within planetary boundaries. *Journal of Cleaner Production*, 448(1): 141447. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141447>

Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). 2024. Reportes de calidad ambiental nacional. Disponible en: <https://www.siac.gov.co>

UNESCO. 2017. Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Objetivos de aprendizaje. Naciones Unidas. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000252423>