



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO**
Facultad de Economía
División de Estudios de Posgrado



**Índice de Desarrollo Humano: como ecologizarlo con la
visión de la Economía Ecológica**

Tesis

Alumno

M.C. Esteban Salinas García

Para obtener el grado de
**Doctor en Ciencias en Desarrollo
Sustentable**

Director

Dr. René Colín Martínez

Sinodales

Dr. Rodrigo Gómez Monge
Dr. Manuel Ricardo Romo de Villar Mercadillo
Dr. Leonardo Vásquez Ibarra
Dr. Carlos Francisco Ortiz Paniagua

Morelia, Michoacán, Octubre 2025.



Índice

Índice de Tabla	4
Índice de imagen.....	5
Índice de gráficas	6
Siglas y Abreviaturas	7
Resumen.....	8
Abstract.....	8
Introducción	9
Capítulo 1. Protocolo de Investigación	11
1.1 Planteamiento del problema	12
1.2 Pregunta general de investigación	13
1.2.1 Preguntas específicas de investigación	13
1.3 Objetivo general de investigación	14
1.3.1. Objetivos específicos de investigación	14
1. 4 Justificación	14
1.5 Hipótesis General	19
1.5.1 Hipótesis específicas.....	19
1.6 Jerarquización de las variables	20
Capítulo 2. Marco Teórico.....	21
2.1 Sustentabilidad	22
2.2 Economía Ecológica.....	29
2.3 Desarrollo Sustentable.....	44
2.4 Desarrollo Humano	46
2.5 Indicadores de Desarrollo Sustentable.....	50
2.6. Indicadores de Desarrollo Sustentable en México	76
2.7 Índice de Desarrollo Humano.....	80
Salud.....	80
Educación	81
Ingreso.....	81
2.8 Características de las variables que complementen al Índice de Desarrollo Humano	82
Viabilidad Técnica	82
Viabilidad Teórica.....	86
Congruencia metodológica.....	88
Compatibilidad con otros indicadores	90
Capítulo 3. Marco contextual	94

3.1 La prevención de los países de América Latina ante el cambio climático	95
3.2 La transición de México hacia la sustentabilidad	96
3.3 Instrumentos de Política Nacionales que incluyen componentes de adaptación al cambio climático en México.	103
3.4 Perspectiva del informe del IDH 2022	105
3.5 Nueva métrica del Desarrollo Humano: La trayectoria del desarrollo en México y su huella ..	107
Capítulo 4. Método de elaboración de indicadores de Desarrollo Humano y Sustentabilidad	111
4.1 Propuesta de indicador de desarrollo sustentable	112
4.2 Antecedentes de diseño de indicadores de desarrollo sustentable.....	113
4.3 Metodología para el diseño de indicadores de desarrollo sustentable	117
4.4 Diseño de un indicador compuesto de desarrollo sustentable	121
4.5 Consideraciones preliminares sobre los indicadores compuestos	122
4.6 Ventajas de un indicador compuesto	122
4.7 Limitaciones y Desventajas de un indicador compuesto	123
4.8 Requerimientos técnicos de un indicador compuesto	123
4.9 Metodología de construcción de indicadores compuestos	124
4.10 Método multicriterio	129
Capítulo 5. Validación de los indicadores de Desarrollo Humano y Sustentabilidad	135
5.1 Validación de los Indicadores de Desarrollo Humano y Sustentabilidad.....	136
5.2 Alcances y Limitaciones de los Indicadores actuales	140
5.3 Metodología de diseño de los indicadores del IDH a nivel Municipal en México.	145
5.3.1 Cálculo de Subíndice de Educación (SE).....	145
5.3.2 Cálculo de Subíndice de Salud (SS).....	147
5.3.3 Cálculo del Subíndice de Ingreso (SI).....	149
5.4 Diseño de un Indicador de Sustentabilidad Armónica para ser agregado al IDH (propuesta)...	150
Capítulo 6. Análisis e interpretación de resultados	156
Capítulo 7. Hallazgos y propuesta	169
Conclusiones	173
Fuente de referencias	175

Índice de Tabla

Tabla 1. Jerarquización de las variables (Algoritmo de Saaty).....	20
Tabla 2. Algunos hechos que evidenciaron la crisis ambiental (1972-1987).	22
Tabla 3. Atributos de las dimensiones del desarrollo sustentable.	25
Tabla 4. Dos divisiones del a economía.	32
Tabla 5. Diferencia entre economía ecológica, ambiental y convencional.	34
Tabla 6. La economía y la ecología convencional versus la economía ecológica.	35
Tabla 7. Posturas éticas de las economías neoclásicas y ecológicas.	36
Tabla 8. Huellas ecológicas de diversos países del mundo.	67
Tabla 9. Indicadores de Desarrollo Sustentable en México.	77
Tabla 10. Características y preguntas deseables de los indicadores de desarrollo sustentable.	84
Tabla 11. Criterios más utilizados en la categorización de indicadores de sustentabilidad.	88
Tabla 12. Modelo para la toma de decisión.	130
Tabla 13. Componentes de una evaluación multicriterio.	131
Tabla 14. Matriz de validación de indicadores de Sustentabilidad.	137
Tabla 15. Limitaciones en el diseño de un indicador de Sustentabilidad.	141
Tabla 16.- Base de datos para la construcción de ISA.	153
Tabla 17. Tabla número de encuestados.	157
Tabla 18. Concentrado de respuestas.	159
Tabla 19. Concentrado de repuestas de estudiantes.	161
Tabla 20. Causas que incide para no cambiar ante el cambio climático de acuerdo a los estudiantes.	161
Tabla 21. Respuesta ponderación o no de subíndice al IDH respuesta profesores.	162

Índice de imagen

Imagen 1. Metodología de la investigación.....	19
Imagen 2. Concepto de economía como un sistema cerrado.	39
Imagen 3. Concepto de economía ecológica como un sistema abierto.	40
Imagen 4. Huella ecológica por componente, proyectado a 2050.....	68
Imagen 5. Metodología, análisis de flujo de materiales.....	70
Imagen 6. Estimación de huella hídrica y agua virtual.	71
Imagen 7. La historia de acciones hacia la sustentabilidad en México.	98
Imagen 8. Huella humana en México.	100
Imagen 9. Zonas metropolitanas o poblaciones con equipos instalados para el monitoreo de la calidad del aire.	102
Imagen 10. IDH vs IDHPP.....	108
Imagen 11. México y la evolución del desarrollo en los países de la región. Índice de Desarrollo Humano vs Índice de Desarrollo Humano ajustado (1990 - 2019).	109
Imagen 12. Datos ambientales sobresalientes en México.	109
Imagen 13. Bienestar del ecosistema.	115
Imagen 14. Ruta metodológica estandarizada.....	119
Imagen 15. Esquema de flujograma del proceso.	119
Imagen 16. Cuestionario.....	159

Índice de gráficas

Gráfica 1. Costos totales por agotamiento y degradación ambiental (CTADA) en México 2003-2014.	100
Gráfica 2. Cambios de superficie en vegetación natural y vegetación de bosques y selvas 1976-2015.	101
Gráfica 3. Superficie nacional con programas de enfoque de conservación, uso sustentable y recuperación de ecosistemas terrestres 2000-2015.	102
Gráfica 4. Generación estimada de RSU, PIB y gasto de consumo final privado 2003-2015.....	103
Gráfica 5. El IDH lleva dos años consecutivos disminuyendo a escala mundial, revirtiendo los logros alcanzados durante los cinco años anteriores.	106
Gráfica 6. La caída reciente del IDH fue generalizada: más del 90% de los países sufrió una disminución del índice en 2020 o 2021.	106
Gráfica 7. Proporción de caída en el IDH por escala de medición.	107
Gráfica 8. Número de revistas revisadas y año publicado.	132
Gráfica 9. Herramientas metodológicas utilizadas.	133
Gráfica 10. Instrumentos de Análisis Multicriterio.	133
Gráfica 11. Ponderación de indicadores de Sustentabilidad en relación al enfoque Ambiental o Ecológica.	139
Gráfica 12. Asignación de ponderación a subíndices del IDH respuesta estudiantes.	159
Gráfica 13.- Ponderación que los estudiantes consideran debe asignarse a los subíndices.	160
Gráfica 14. Conocimiento de indicadores de sustentabilidad por estudiantes.....	160
Gráfica 15. Asignación de ponderación a subíndice en el IDH respuesta profesores.	162
Gráfica 16. Ponderación que debe asignarse a los subíndices del IDH respuesta de profesores. ...	163
Gráfica 17. Conocimiento de indicadores de sustentabilidad respuesta de profesores.....	163
Gráfica 18. Causas por el que la sociedad no cambia sus hábitos de acuerdo a los profesores.....	164
Gráfica 19. Consideración de asignar ponderación a los subíndices del IDH respuesta empresarios.	165
Gráfica 20. Ponderación que debe asignarse a cada subíndice del IDH de acuerdo a los empresarios.	165
Gráfica 21. Conocimiento de indicadores de sustentabilidad respuesta de empresarios.	166
Gráfica 22. Causas por el que la sociedad no cambia sus hábitos ante el cambio climático de acuerdo a los empresarios.....	167

Siglas y Abreviaturas

UNEP	Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano
UICN	Estrategia Mundial para la Conservación preparada por la Unión Internacional para Conservación de la Naturaleza
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PIB	Producto Interno Bruto
EE	Economía Ecológica
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
IDH	Índice de Desarrollo Humano
IDH-D	Índice de Desarrollo Humano Ajustado por la Desigualdad
EMC	Estrategia Mundial para la Conservación
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
UNSTAT	United Nations Statistics Division
SCEEM	Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México
SCN	Sistema de Contabilidad Nacional
SCNM	Sistema de Cuentas Nacionales de México
PINE	Producto Interno Neto Ecológico
GEI	Gases de Efecto Invernadero
EPI	Índice de Desempeño Ambiental
PPA	Paridad del Poder Adquisitivo
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección Ambiental
TLCAN	Tratado de Libre Comercio entre México, Estados Unidos y Canadá
CICEANA	Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norte América
UNIVERSUM	Universidad Nacional Autónoma de México funda el Museo
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
FONDEN	Fondo de Desastres Naturales
CTADA	Costos Totales por Agotamiento y Degradación Ambiental
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
NDC	Contribuciones Nacionalmente Determinadas
ENCC	Estrategia Nacional de Cambio Climático
PEF	Presupuesto de Egresos de la Federación
IDS	Indicadores de Desarrollo Sostenible
CDS	Comisión de Desarrollo Sostenible
IMECA	Índice Metropolitano de la Calidad del Aire
IDHAPP	Índice de Desarrollo Humano Ajustado por las Presiones Planetarias

Resumen

En este trabajo de investigación, se analiza cómo el Índice de Desarrollo Humano (IDH), creado en 1990 por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), mide el progreso de un país a través de la educación, la salud y los ingresos. Sin embargo, se argumenta que este modelo tiene una limitación significativa, ya que el desarrollo, tal como se mide actualmente, depende del uso de energías que están dañando el medio ambiente. Esta investigación destaca una preocupante conexión: las naciones que obtienen las puntuaciones más altas en el IDH son también las que más contribuyen al cambio climático. Esto sugiere que el desarrollo humano, si no toma en cuenta la sustentabilidad ambiental, puede ser una amenaza para nuestra propia supervivencia. Por lo tanto, el trabajo propone que se incluya un indicador de la dimensión ambiental al IDH. El objetivo es llenar este vacío en el informe actual e incentivar a la creación de indicadores de sustentabilidad que se puedan integrar de forma permanente en la medición del desarrollo.

Palabras clave: Sustentabilidad, Indicadores de Sustentabilidad, IDH, Ecocentrismo, Antropocentrismo.

Abstract

The Human Development Index (HDI) published in 1990 by the United Nations Development Program (UNDP) has made an effort to make visible the level of development of the population based on three indicators: Education, Health and Income; however, in the search to reach a higher level of development, it makes use of exosomatic energies, generating an environmental crisis. Given this, there is a need to add a sub-index of the environmental dimension of sustainability in the HDI, since, according to published reports, countries that have a high or very high level in this index are the ones that contribute the most to climate change. In this sense, continuing to promote Human Development (HD) without considering the environmental dimension of sustainability is equivalent to becoming the greatest predator of our own existence. This research work contributes to the discussion in relation to the limitations/gaps presented by this report and, on the other hand, invites the design of proposals for sustainability indicators that allow it to be added to the HDI on a permanent basis.

Introducción

La Sustentabilidad y el DH son conceptos que han ganado relevancia en el marco de los desafíos globales contemporáneos. En este contexto, el IDH, creado por el PNUD, ha sido ampliamente reconocido como un referente para evaluar el bienestar humano a través de dimensiones clave como la educación, la salud y los ingresos. Sin embargo, su diseño tradicional ha sido criticado por omitir consideraciones sobre la dimensión ambiental de la Sustentabilidad, un pilar fundamental para garantizar el bienestar de las futuras generaciones.

Con el fin de obtener una visión más holística del desarrollo, en los últimos años se han propuesto incorporar métricas de sustentabilidad al IDH. Estas propuestas buscan equilibrar las necesidades actuales con la preservación de los recursos naturales y los servicios ecosistémicos, reconociendo la interdependencia entre el DH y los límites planetarios.

Por ello, este tema de investigación tiene como objetivo realizar una revisión relacionado con la construcción de los indicadores de sustentabilidad, los elementos a considerar, las limitaciones que presenta y sobre todo el alcance que tendría agregar un indicador de la dimensión ambiental de la sustentabilidad de manera permanente al IDH. A través de un análisis detallado de la literatura científica y los informes institucionales, se identificarán las principales métricas, metodologías y enfoques utilizados, así como los desafíos asociados con su implementación. De esta manera, se busca contribuir al debate sobre cómo enriquecer el concepto de DH, incorporando una perspectiva más holística y Sustentable.

De acuerdo al PNUD (2019), alcanzar el desarrollo sostenible implica ir más allá de solo medir los ingresos. Es necesario evaluar las dimensiones económica, social y ambiental en los niveles individual, organizacional y nacional. Para asegurar que las futuras generaciones tengan suficientes recursos, los países deben implementar políticas que promuevan un desarrollo global y multisectorial, respetando el medioambiente y avanzando hacia los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Para ello, este trabajo se compone de 6 capítulos, comenzando con el capítulo I, titulado Marco Teórico, en el que se aborda el concepto de sustentabilidad, los principales exponentes de la misma, se desarrolla también el marco de teórico de Economía Ecológica, siendo esta la teoría bajo el cual se propone partir para el diseño del nuevo indicador de sustentabilidad, lo que lleva a una revisión de los indicadores de desarrollo sustentable, así como los índices de desarrollo humano. Finalmente se abordan cada una de las variables que debe contener el indicador que pueda ser agregado al IDH.

El capítulo II, que lleva por nombre Marco Contextual, se aborda el rol que juegan los países de América Latina y México ante los desafíos del cambio climático, así como los instrumentos utilizados para enfrentar los efectos del cambio climático; por otro lado, se revisa la evolución de las posiciones que ha ocupado México en los informes del IDH, así como los instrumentos y acciones que ha utilizado para alcanzar un mejor nivel de desarrollo.

El capítulo III que se titula Método de Investigación, en este capítulo se abordan los antecedentes de los indicadores de desarrollo sustentable, las diferentes metodologías que se utilizaron para su diseño, así como, la importancia del diseño de un nuevo indicador de la dimensión ambiental de la sustentabilidad, sus alcances y limitaciones, se desarrollan en este capítulo dos de las principales herramientas utilizadas para diseño de indicadores no solo de desarrollo sustentable, si no, de desarrollo humano, es decir, el método de análisis multicriterio y de indicador compuesto.

El IV capítulo se refiere a la validación de los indicadores existentes tanto de Desarrollo Humano como de Desarrollo Sustentable, se elabora una matriz de indicadores de sustentabilidad con los elementos de los enfoques de economía ecológica y economía ambiental para descartar el enfoque teórico bajo el cual están diseñados los indicadores de sustentabilidad conocidos hasta el momento, para a partir de ahí proponer el diseño de un nuevo indicador de la dimensión ambiental de la sustentabilidad para ser agregado al IDH de manera permanente, se aborda además, los pasos bajo los cuales se diseñaron los subíndices del IDH. En este capítulo desarrolla una propuesta de indicador para ser agregado al IDH del que se denomina “Índice de Sustentabilidad Armónica”.

El capítulo V que se titula Análisis e interpretación de Resultados se desarrolla los principales resultados a que se llegó con el trabajo de investigación, el grado de solides de las ecuaciones desarrolladas en el diseño del nuevo indicador, así como, su integración al IDH considerando los desafíos que se presenta al momento de diseñar un indicador de esta dimensión.

Finalmente, en el capítulo VI se abordan los Principales Hallazgos y Propuestas, así como limitaciones derivado de este trabajo para futuras investigaciones, que para este tema se presentan múltiples vías o líneas de futuras investigaciones, dado los desafíos que se presentaron en el desarrollo de este tema y aspectos por atender para lograr consolidar un indicador que realmente aporte a la teoría del Desarrollo, los indicadores de Desarrollo y Sustentabilidad, pero sobre todo a la toma de decisiones a nivel institucional como a nivel individual. Aunado a este apartado se desarrollan las principales conclusiones a que se llegaron de este trabajo de investigación.

Capítulo 1. Fundamentos de la Investigación

Este capítulo se enfoca en la descripción minuciosa del proceso metodológico que guía esta investigación doctoral. Se aborda exhaustivamente la planificación del estudio, los criterios y la descripción de los actores/actantes involucrados, los instrumentos de recolección de información utilizados, así como la secuencia de acciones implementadas en el desarrollo de la investigación. De manera similar, se desarrollan las técnicas de análisis de datos que posibilitarán la interpretación de los resultados encontrados y la resolución de las preguntas de investigación formuladas. La nitidez y la transparencia en la exposición de este protocolo son fundamentales para avalar la reproducibilidad y la fiabilidad de los resultados finales.

1.1 Planteamiento del problema

El modelo económico capitalista promueve un ciclo de consumo y producción sin fin, bajo el pretexto de sostener a la creciente población mundial. Sin embargo, este enfoque está causando un daño ambiental, ecológico y social cada vez mayor, sobre todo en los países industrializados. Por lo tanto este trabajo de investigación propone que se incluya al IDH un nuevo indicador. Este indicador mediría la sustentabilidad desde la perspectiva de la economía ecológica, con el fin de abordar la necesidad de una sustentabilidad superfuerte, que prioriza la conservación del medio ambiente por encima del crecimiento económico..

Existe una gran desigualdad en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI): el 10% más rico de la población mundial contamina 60 veces más que el 10% más pobre. Esto se debe a que el medio ambiente se ve como un bien de consumo, es decir, como algo que se extrae, se usa y se desecha según las leyes de la oferta y la demanda y a su vez la Tierra funciona como fuente de recursos y como depósito de basura. Sin embargo, la cantidad de residuos que generamos ya supera la capacidad de la Tierra para regenerar los recursos renovables, y los recursos no renovables, por definición, no pueden recuperarse (Greenpeace, 2021).

Se han creado herramientas para evaluar cómo las acciones humanas afectan al planeta. Un ejemplo es el Índice de Desarrollo Humano (IDH), creado por Mahbub ul Haq y Amartya Sen. Este índice mide el progreso de los países basándose en factores como la educación, la salud y los ingresos, en lugar de solo el Producto Interno Bruto (PIB). Sin embargo, a pesar de que los problemas ambientales se comenzaron a estudiar a mayor profundidad desde los años 70 y se han desarrollado ideas para la protección del medio ambiente, el IDH no incluyó una medida de sustentabilidad en sus informes, hasta 2020 fue cuando se incluyó por primera vez una propuesta de indicador ambiental como prueba, a casi 30 años de su primera publicación en 1990, sin embargo; esta propuesta ya no se reflejó de manera permanente en los informes posteriores del IDH.

Este informe mencionado en el párrafo anterior incluyó por primera vez el índice denominado Índice de Desarrollo Humano Ajustado por las Presiones Planetarias (IDHP). Este nuevo índice modifica el IDH tradicional al tomar en cuenta las emisiones de gases de efecto invernadero y la huella material. Debido a esto, el objetivo de esta investigación es analizar los distintos indicadores de desarrollo sustentable para encontrar el más apropiado para complementar el IDH. Este indicador debe alinearse con la perspectiva de sustentabilidad superfuerte y la economía ecológica. Si no se encuentra un indicador adecuado, se propondrán las bases para diseñar uno nuevo que cumpla con los requisitos.

Según Víctor Toledo, la interacción entre la naturaleza y la sociedad, conocida como metabolismo social, tiene dos aspectos: uno material y visible, y otro inmaterial e invisible. Este proceso se inicia cuando las sociedades humanas obtienen materiales y energía de la naturaleza (inputs). Concluye al depositar desechos y residuos en el entorno natural (outputs). Sin embargo, entre estos puntos, la sociedad lleva a cabo diversos procesos donde la energía y los materiales extraídos circulan, se transforman y finalmente se consumen. Por lo tanto, el metabolismo social implica tres tipos de flujos de energía y materiales:

- Flujos de entrada: Los recursos que entran a la sociedad (por ejemplo, materias primas).
- Flujos interiores: El uso y transformación de esos recursos dentro de la sociedad (por ejemplo, la producción de bienes).
- Flujos de salida: Los productos y residuos que son expulsados de la sociedad (por ejemplo, la basura y las emisiones).

De acuerdo con Toledo (2013), este proceso metabólico se manifiesta en cinco fenómenos distintos: la apropiación, la transformación, la circulación, el consumo y la excreción.

1.2 Pregunta general de investigación

Desde la perspectiva de la economía ecológica, ¿Cómo lograr que el IDH refleje de manera condensada y efectiva el nivel de sustentabilidad de un territorio, y que sea viable técnica y teóricamente, congruente metodológicamente y compatible con otros indicadores?

1.2.1 Preguntas específicas de investigación

- 1.- Desde la perspectiva de la economía ecológica, ¿cómo lograr que el IDH refleje de manera condensada y efectiva el nivel de sustentabilidad de un territorio, y que sea *viable técnicamente*?
- 2.- Desde la perspectiva de la economía ecológica, ¿cómo hacer que el IDH refleje de manera condensada y efectiva el nivel de sustentabilidad de un territorio, y que sea *congruente teóricamente*?
- 3.- Desde la perspectiva de la economía ecológica, ¿cómo hacer que el IDH refleje de manera condensada y efectiva el nivel de sustentabilidad de un territorio, y que sea *congruente metodológicamente*?

4.- Desde la perspectiva de la economía ecológica, ¿cómo lograr que el IDH refleje de manera condensada y efectiva el nivel de sustentabilidad de un territorio, al tiempo que siga siendo *compatible con otros indicadores*?

1.3 Objetivo general de investigación

Desde la perspectiva de la economía ecológica, identificar cómo lograr que el IDH refleje de manera condensada y efectiva el nivel de sustentabilidad de un territorio, y que sea viable técnica y teóricamente, congruente metodológicamente y compatible con otros indicadores

1.3.1. Objetivos específicos de investigación

1.- Desde la perspectiva de la economía ecológica, identificar cómo lograr que el IDH refleje de manera condensada y efectiva el nivel de sustentabilidad de un territorio, y que sea *viable técnicamente*.

2.- Desde la perspectiva de la economía ecológica, identificar cómo hacer que el IDH refleje de manera condensada y efectiva el nivel de sustentabilidad de un territorio, y que sea *congruente teóricamente*.

3.- Desde la perspectiva de la economía ecológica, demostrar cómo hacer que el IDH refleje de manera condensada y efectiva el nivel de sustentabilidad de un territorio, y que sea *congruente metodológicamente*.

4.- Desde la perspectiva de la economía ecológica, demostrar cómo lograr que el IDH refleje de manera condensada y efectiva el nivel de sustentabilidad de un territorio, al tiempo que siga siendo *compatible con otros indicadores*.

1. 4 Justificación

Nos encontramos en un momento sin precedentes en la historia de la humanidad y de nuestro planeta, desde hace algunas décadas se han encendido las alarmas respecto de nuestras sociedades y el mundo, con evidencias claras se ha venido demostrando los efectos que tienen las interacciones humanas con su medio y estas interacciones no necesariamente han sido favorables para la flora, la fauna y para la misma sociedad, por el contrario, las afectaciones han sido cada vez mayores en dos sentidos básicamente, tanto en escala como en intensidad, que se traduce en una doble presión sobre el medio ambiente, una por ser el proveedor de los insumos para mantener en operación todo el sistema de

producción capitalista y por ser el receptor de todos los desechos generados por un consumo irracional que se realiza a nivel mundial.

Debido al gran impacto que la humanidad está teniendo en el planeta, la comunidad científica ha propuesto que hemos entrado en una nueva era geológica llamada Antropoceno. En esta época, la actividad humana es el factor principal que determina el futuro de la Tierra (IDH, 2020).

Considerando que uno de los objetivos del informe del IDH es emitir recomendaciones a los países para mejorar en sus indicadores, sin embargo, es importante reconocer que las decisiones humanas son condicionadas por nuestros valores e instituciones, y eso ha generado un desequilibrio en la relación que mantenemos con la naturaleza. De ahí la importancia de agregar un indicador más al IDH que permita visibilizar las afectaciones que se genera con la relación que actualmente tenemos con el medio ambiente y de seguir así estamos al borde de poner en riesgo nuestra propia existencia en el planeta.

Por ello, integrar un indicador al IDH que mida el desarrollo sustentable es necesario, ya que los informes publicados por parte del PNUD, han emitido recomendaciones a los países para la elaboración de políticas públicas con el fin de mejorar el Desarrollo Humano, sin embargo, en el contexto que actualmente vivimos con graves afectaciones ambientales, se requiere visibilizar la relación que existe entre el desarrollo humano y el medio ambiente para promover un nuevo paradigma de desarrollo, más sostenible, incluyente e integral basado en la naturaleza.

El verdadero desarrollo humano no solo se trata de dar a las personas más oportunidades para vivir la vida que desean. Es crucial considerar otros aspectos como la capacidad de acción, que implica que las personas puedan participar en la toma de decisiones y tener autonomía. También, es importante la capacidad de decisión, que permite a cada individuo elegir sus propios valores. Además, debemos poner especial atención cómo interactuamos con la naturaleza y cómo gestionamos el planeta.

Así que ampliar la perspectiva del IDH contribuirá a alcanzar un mayor nivel de desarrollo humano, generando conciencia, recalcando que no existe un desarrollo sin un respeto incondicional al medio ambiente.

A continuación, se describe algunas de los beneficios más relevantes que se tendrá con el desarrollo de este tema de investigación.

- a) **Conveniencia.** Con la realización de este trabajo de investigación se busca hacer una revisión de todos los indicadores de desarrollo sustentable desde el enfoque de sustentabilidad superfuerte partiendo de la visión de la economía ecológica, incluyendo el IDHP que se encuentra actualmente en fase experimental en el informe de 2020 y 2021 y en función de ello, elegir el mejor indicador para incluirlo dentro del IDH para contar con un índice más integral que considere las afectaciones ambientales que generamos. En caso que no exista un indicador que cumpla con las características determinadas, uno de los resultados de este trabajo de investigación es el diseño de la propuesta para la construcción de un indicador que permita complementar al IDH, ya que cada vez es más urgente la necesidad de agregar un indicador al IDH que visibilice el grado de afectación como consecuencia del tipo de relación que mantenemos con el medio ambiente, partiendo del supuesto que este índice mide el nivel de desarrollo humano pero sin considerar la afectación ambiental.
- b) **Relevancia social.** Socialmente es muy relevante la realización de este trabajo ya que con los resultados que se obtendrá permitirá aportar información que ayudará a tomar decisiones tanto a nivel individual como de manera colectiva, ya sea a organizaciones de la sociedad civil o instituciones gubernamentales, con el objetivo de comenzar a hacer conciencia del daño que se le causa al medio ambiente y como éste afecta a nuestra vida cotidiana y no verlo como un fenómeno aislado a nuestro estilo de vida. Ya que el ente más cercano a la sociedad para el diseño y aplicación de políticas públicas eficientes es el gobierno municipal, es importante que el indicador que se proponga o se diseñe sea aplicado y dado a conocer desde el nivel local, siendo ésta una de las relevancias de este trabajo de investigación.
- c) **Implicación Práctica.** Se elegirá el indicador que permita cubrir la visión teórica de una sustentabilidad superfuerte y lo que se plantea en el enfoque de la Economía Ecológica, o la propuesta de diseño de un indicador, pero que, además permita recoger información útil que complemente a los actuales indicadores del IDH. Por lo tanto, este indicador podrá ser aplicado de manera sencilla en campo y también digerible en la operacionalización de la información que se obtenga para su fácil interpretación y comprensión tanto para un público especializado como para el público en general. Este trabajo de investigación propondrá los elementos básicos para el diseño del indicador considerando factores desde el ámbito local, es decir, en el caso de México, a nivel Municipal, y que los resultados se presenten bajo la medición de un indicador compuesto que permite reducir la complejidad ambiental en una escala simple para su mejor comprensión.

- d) Valor Teórico. Teóricamente es relevante el desarrollo de este trabajo de investigación ya aportará elementos importantes y fortalecerá el marco conceptual y teórico revisado en la literatura para la construcción de un indicador de sustentabilidad bajo el enfoque de sustentabilidad superfuerte que permite vincularlo con la propuesta de economía ecológica que plantea que los servicios que la naturaleza presta a la economía humana no están bien valorados en el sistema de contabilidad crematística propio de la economía neoclásica (Alier, 1998). Se partirá de esta visión para el diseño de un indicador que considere todos los factores que inciden en la afectación que de manera individual se le causa al medio ambiente. Por otro lado, permitirá contribuir al esfuerzo que se viene haciendo en la construcción de indicadores de sustentabilidad y a su vez, complementar el IDH con un indicador de enfoque ambiental.

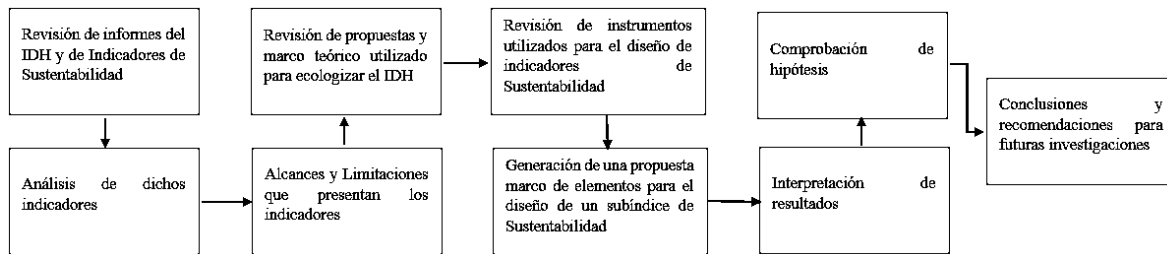
A partir de ello, vincularlo con la importancia que esta dicotomía seres humanos y naturaleza se tiene y como incide directamente en el desarrollo humano, concibiéndolo como un fenómeno inter-relacionado que se da desde lo local. Finalmente, este trabajo vendrá a hacer un aporte importante al informe del IDH, ya que en los últimos años solamente se ha actualizado el informe del IDH a nivel Municipal cada 5 años y a nivel federal cada año, sin embargo, con este estudio además de proponer un indicador integral, se pretende que su aplicación sea de manera anual de manera permanente para monitorear el comportamiento de las personas hacia el medio ambiente.

- e) Utilidad Metodológica. El resultado metodológico de este trabajo de investigación permitirá aplicarlo en la medición del IDH bajo un enfoque sustentable, ya que en caso que no exista un indicador de desarrollo sustentable que cumpla con las características y complemente al IDH se procederá a proporcionar la metodología para el diseño de un indicador que permita ser utilizado y aplicado en los diferentes espacios y territorios.

Por lo tanto, esta investigación parte de un análisis deductivo, siendo preponderantemente cualitativo, ya que aporta elementos a la investigación que se viene realizando en relación a las limitaciones que presentar el IDH, así como al esfuerzo por agregar un indicador de desarrollo sustentable para complementar el IDH y permita aportar información más condensada para la toma de decisiones.

A continuación se describe cada una de las etapas que se siguió para la elaboración de este tema de investigación.

Imagen 1. Metodología de investigación.



Fuente: Elaboración propia (2025).

En la imagen anterior se muestra los pasos que se siguió para la elaboración de este tema de investigación, partiendo de la identificación del problema a través de la revisión de los informes del IDH y los indicadores de desarrollo sustentable, con el objetivo de conocer el vacío que presenta el IDH en relación a la medición del impacto ambiental en la era del Antropoceno. De igual manera se realizó una revisión de los indicadores de desarrollo sustentable para conocer cuáles son los relativamente más conocidos en el ámbito académico, así como, el instrumento y las variables utilizadas en su diseño, esto realizado a través del Análisis Multicriterio, siendo este el instrumento adecuado para recoger información que permita tomar decisiones adecuadas en torno a la percepción que se tiene de los diferentes sectores de la sociedad en relación a los indicadores del IDH y de desarrollo sustentable.

Una vez identificado lo anterior, se analizaron los alcances y limitaciones que presentan ambos indicadores en la época contemporánea, así como la viabilidad y necesidad de complementar el IDH con un indicador de desarrollo sustentable.

Derivado de la revisión realizada y comprobado el vacío que presenta el IDH en cuanto a no considerar un indicador de desarrollo sustentable, se presenta una propuesta para el diseño de un indicador de desarrollo sustentable para ser agregado al IDH, así como variables a considerar en el diseño, además del marco teórico que valore los recursos naturales como tal y no desde un enfoque monetario o sustituible, en este sentido, el marco teórico que se propone es el de la Economía Ecológica que se clasifica dentro de la sustentabilidad fuerte y ecocentrista.

Para efectos de validar los avances realizados y conocer la percepción de la sociedad, se aplicó un cuestionario a tres sectores principales de la sociedad, estudiantes, académicos y empresarios para conocer el grado de información que poseen en relación a las consecuencias ambientales en la era contemporánea.

Finalmente, se pudo comprobar que las variables independientes (Compatibilidad con otros indicadores, congruencia metodológica, viabilidad teórica y técnica) planteadas en esta investigación son las que sugiere la literatura revisada, así como los análisis realizados. De este avance se derivaron las futuras líneas de investigación, así como las conclusiones finales.

Hipótesis

A continuación, se plantean las hipótesis como respuesta a las preguntas general y específicas planteadas con anterioridad.

La hipótesis de la investigación es redactada en sentido afirmativo sujeto a comprobación, planteada en términos de relación, ya que en esta se afirma la relación entre las variables a trabajar, es decir, se establece una afirmación positiva de las variables explicativas en relación con la variable dependiente.

1.5 Hipótesis General

H1: Desde la perspectiva de la economía ecológica, la viabilidad técnica y teórica, congruencia metodológica y compatibilidad con otros indicadores, son características que debe reunir el IDH para lograr que refleje de manera condensada y efectiva el nivel de sustentabilidad de un territorio.

1.5.1 Hipótesis específicas

H1.- Desde la perspectiva de la economía ecológica, la viabilidad técnica es una característica que debe reunir el IDH para lograr que refleje de manera condensada y efectiva el nivel de sustentabilidad de un territorio.

H2.- Desde la perspectiva de la economía ecológica, la viabilidad teórica es una característica que debe reunir el IDH para lograr que refleje de manera condensada y efectiva el nivel de sustentabilidad de un territorio.

H3.- Desde la perspectiva de la economía ecológica, la congruencia metodológica es una característica que debe reunir el IDH para lograr que refleje de manera condensada y efectiva el nivel de sustentabilidad de un territorio.

H4.- Desde la perspectiva de la economía ecológica, la compatibilidad con otros indicadores es una característica que debe reunir el IDH para lograr que refleje de manera condensada y efectiva el nivel de sustentabilidad de un territorio.

1.6 Jerarquización de las variables

Tabla 1. Jerarquización de las variables (Algoritmo de Saaty).

Jerarquización de las variables (Algoritmo de Saaty)				
Objetivo General	Desempeño			
Objetivos específicos	Teórico		Metodológico	
	67.517		32.483	
Alternativas (ejes de referencia)	Viabilidad Técnica	Viabilidad Teórico	Congruencia Metodológica	Compatibilidad con otros indicadores
Teórico (Relevancia relativa)	33.139	30.839	23.433	12.590
Metodológico (Relevancia relativa)	42.786	24.703	16.255	16.255
Relevancia Global	36.272	28.846	21.101	13.781

Fuente: Elaboración propia (2022).

Como se observa en la tabla anterior, la dimensión que resulta de mayor importancia de acuerdo a las literaturas revisadas es la dimensión Teórica con un 67.5%, lo que significa que si se atiende lo mejor posible las variables explicativas (Viabilidad técnica y la Viabilidad Teórica) se estaría cumpliendo con lo planteado en la hipótesis que debe cubrir el indicador existente de desarrollo sustentable o que se diseñaría para ser agregado al IDH.

No así, en el caso de la dimensión metodológica, que resulta con un 32.4%, no significa que no se debe considerar las variables explicativas de congruencia metodológica ni la variable compatibilidad con otros indicadores como principales características que debe tener un indicador que mida la sustentabilidad, sino que, la dimensión teórica tiene mayor relevancia sobre la dimensión metodológica y esto es congruente con las características que se debe considerar al momento de revisar cada uno de los indicadores de sustentabilidad existentes y sobre todo para el diseño de un indicador, la ponderación que resulta no es muy bajo para descartarlo, dado que representa más de una tercera parte de los elementos a considerar en este trabajo de investigación.

Capítulo 2. Marco Teórico

En este segundo capítulo se revisarán algunas de las principales definiciones del concepto de Sustentabilidad, concepto del que se parte para abordar el tema central de este trabajo de investigación, que es proponer un indicador diseñado bajo el marco teórico de la economía ecológica para ser agregado al IDH y que permita cubrir el vacío que actualmente presenta el informe. Aunado a lo anterior, se revisan dos principales enfoques teóricos, el de economía ambiental que surge de la economía convencional clasificado dentro de la sustentabilidad débil y la economía ecológica que se clasifica dentro de la sustentabilidad fuerte y superfuerte.

Se desarrollan también los conceptos de desarrollo Humano y Desarrollo Sustentable como conceptos básicos que permiten abordar con mayor facilidad el tema de investigación, así como los indicadores que se han desarrollado bajo las concepciones de los dos principales elementos mencionados y, finalmente se abordan las principales variables que debe considerarse en el diseño de un indicador de la dimensión ambiental de la sustentabilidad para ser agregado al IDH.

2.1 Sustentabilidad

El debate sobre el desarrollo humano y su relación con la economía y el medio ambiente comenzó en la década de 1970. En ese momento, se discutió la tensión entre el crecimiento económico y el consumo de recursos naturales en las reuniones previas a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (UNEP), celebrada en Estocolmo en 1972. Posteriormente, en 1980, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) publicó la Estrategia Mundial para la Conservación. En su sección "Hacia el desarrollo sustentable", se identificaron las causas de la pobreza y la destrucción del hábitat, como la presión demográfica, la desigualdad social y los términos del comercio. Finalmente, en 1983, la ONU creó la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, presidida por Gro Brundtland, ex primera ministra de Noruega.

La Comisión Brundtland, un grupo de trabajo que pasó casi tres años investigando y celebrando audiencias públicas a nivel mundial, publicó el Informe Brundtland en abril de 1987. Titulado "Nuestro Futuro Común", este informe advierte que si la humanidad no cambia sus hábitos de vida y relaciones comerciales, se enfrentará a un futuro lleno de sufrimiento y daño ambiental. El documento, considerado una base política crucial, resume las opiniones de 21 líderes importantes en política, ciencia y ecología (Boada y Toledo, 2003).

Este texto agrega la siguiente tabla que enumera eventos importantes que demostraron la magnitud global de la crisis ambiental. Estos hechos impulsaron la preocupación por el problema y llevaron a la definición de la sustentabilidad (Foladori y Pierri, 2005).

Tabla 2. Algunos hechos que evidenciaron la crisis ambiental (1972-1987).

hechos que evidenciaron la crisis ambiental (1972-1987)	
Años	Hechos
1976	Catástrofe químico-ecológica en Seveso, Italia.
1978	Segunda crisis del petróleo, es decir, el precio por barril de 1973 a 1981 paso de 3 a 34 dólares.
1981	Científicos británicos anuncian que desde 1970 se ha expuesto más a los seres vivos a las radiaciones ultravioletas solares.
	En los EE.UU. Se autoriza la construcción de la bomba de neutrones, que mata personas y deja intactos objetos.
1984	Escape en la fábrica de plaguicidas Unión Carbide provocó la muerte de 2,000 personas y ceguera y diversas lesiones en otras 200,000.
1985	El armamento atómico que existe en el mundo podría matar a la población mundial 12 veces, lo que equivale a 58 mil millones de personas.
1986	En la central nuclear de Chernóbil estalló un reactor, provocando una enorme nube de material radiactivo que se esparció por la Unión Soviética y Europa occidental. A pesar de que la explosión causó 34 muertes directas, se calcula que hasta 500,000 personas más podrían morir en los próximos 70 años como consecuencia del accidente.

Fuente: Foladori y Pierri (2005).

Hasta 1987, el concepto de desarrollo sustentable no se había convertido en una meta global. Fue gracias al informe Brundtland que presentó la definición más reconocida y aceptada de este concepto: Aquel que satisface las necesidades del presente sin poner en riesgo las opciones de las generaciones futuras. En otras palabras, se trata de no agotar ni desperdiciar los recursos naturales, y de no dañar el medio ambiente ni a los seres humanos.

El concepto de sustentabilidad ha evolucionado hasta su definición actual, que se centra en el desarrollo de sistemas socioecológicos. El objetivo es equilibrar las tres áreas clave del desarrollo sustentable: la económica, la social y la ambiental. Alcanzar esto implica que la producción no debe agotar los recursos ni generar más contaminación de la que el entorno pueda asimilar (Calvente, 2007).

A lo largo del tiempo, han surgido otras definiciones del concepto de sustentabilidad. Por ejemplo, en 1980, la Estrategia Mundial para la Conservación la definió como una característica de un proceso o estado que se puede mantener indefinidamente. El término sustentabilidad viene de la palabra en latín *sustenere*, que significa "sostener", "sustentar", "soportar", "tolerar" o "mantener" (Achkar, 2005).

Esta definición se refiere a la sustentabilidad como una condición o estado del sistema ambiental en el que se producen, renuevan y movilizan elementos de la naturaleza de tal manera que se minimiza la degradación del sistema, tanto en el presente como en el futuro.

Desde un punto de vista económico, la sustentabilidad se refiere a la habilidad de sostener un crecimiento económico a largo plazo sin perjudicar los ecosistemas y garantizando una buena calidad de vida para todas las personas. En esta visión moderna, la sustentabilidad no solo se enfoca en la supervivencia, sino, en crear las condiciones necesarias para que la humanidad pueda crecer y prosperar de manera indefinida.

Se suele pensar que no hay un concepto práctico y claro que nos permita evaluar y supervisar de forma correcta el estado de la sustentabilidad de los ecosistemas, sin embargo, según Zander y Kachele (1999), descrito por Foladori y Pierrri (2005), mencionan que esto es provocado por tres factores básicos:

1. El concepto de sustentabilidad abarca objetivos que a menudo entran en conflicto y que no se definen con parámetros claros y medibles.

2. No hay un acuerdo sobre qué parámetros deben usarse para evaluar cuán sustentable es el uso de la tierra, ni cómo deben interactuar esos parámetros entre sí.
3. Es complicado predecir cuándo se debe modificar el uso de la tierra para lograr el nivel de sustentabilidad deseado, ya que las interacciones entre los sistemas sociales, económicos y ecológicos son muy complejas.

De acuerdo con Hauwermeiren (1999), existen tres enfoques principales para definir la sustentabilidad. El primero es la Sustentabilidad Débil. Este enfoque sostiene que se puede asignar un valor monetario a los recursos naturales y a los servicios ambientales. De esta manera, es posible calcular el deterioro del capital natural en términos económicos. La idea central es mantener constante la suma del capital natural y el capital creado por el ser humano. En esta visión, el capital natural puede ser sustituido por el capital humano. Lo más importante es que el monto total de capital se conserve.

La Sustentabilidad Fuerte sostiene que es fundamental conocer la capacidad del planeta para soportar tanto la economía humana como las funciones ecológicas vitales para la vida. Para lograr la sustentabilidad, es necesario entender que el planeta no solo sustenta nuestra economía, sino, también la producción de otros ecosistemas y procesos naturales, al mismo tiempo que mantiene su capacidad para absorber desechos. En otras palabras, la Sustentabilidad Fuerte se define como la habilidad de la economía humana para proteger el capital natural crítico, según Achkar (2005).

La Sustentabilidad Superfuerte va más allá de las valoraciones económicas y ecológicas. Según la UICN (1980), este enfoque defiende que la naturaleza tiene múltiples formas de ser valorada. Esta corriente cuestiona el modelo de desarrollo actual, aboga por los valores intrínsecos de la naturaleza y busca alternativas más profundas y de mayor alcance.

A continuación, se muestra una tabla con los principales atributos de cada una de las dimensiones de la sustentabilidad para su mayor comprensión.

Tabla 3. Atributos de las dimensiones del desarrollo sustentable.

Atributos clave de las corrientes del Desarrollo Sustentable			
Elemento	Sustentabilidad Débil	Sustentabilidad Fuerte	Sustentabilidad Superfuerte
Prácticas	Gestión técnica	Gestión técnica consultiva	Política ambiental
Otros saberes	Ignorados	Minimizados	Respetados, incorporados
Escenario	Mercado	Sociedad	Sociedad
Actores	Consumidores	Consumidor, ciudadano	Ciudadano
Perspectiva sobre la naturaleza	Antropocéntrica	Antropocéntrica	Biocéntrica
Valoración	Instrumental	Instrumental, ecológica	Múltiples valores humanos; valores intrínsecos
Naturaleza	Capital natural	capital natural, capital natural crítico	Patrimonio natural
Desarrollo	Crecimiento material	Crecimiento material y bienestar social	Calidad de vida, calidad ecológica
Saber científico	Conocimiento privilegiado	Conocimiento privilegiado	Pluralidad de conocimientos

Fuente: Gudynas (2011).

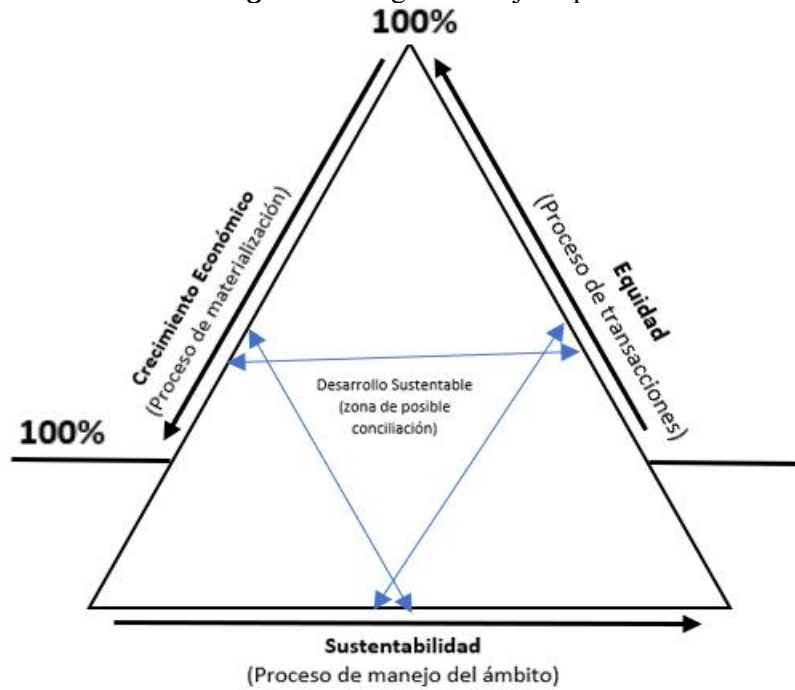
La definición de sustentabilidad abarca varios aspectos clave, entre los que se encuentran los siguientes (Zarta, 2018):

- La naturaleza finita del planeta y la escasez de sus recursos.
- El aumento acelerado de la población mundial.
- La necesidad de que la industria y la agricultura produzcan de manera limpia.
- La contaminación y el agotamiento de los recursos naturales.

El concepto de sustentabilidad nos ayuda a comprender la situación actual de nuestro planeta: tenemos recursos naturales limitados y necesidades que no paran de crecer. A esto se le suma una población en constante aumento y un modelo de desarrollo económico basado en tecnologías obsoletas, que consumen una cantidad excesiva de energía y contaminan mucho. Esta combinación de factores está provocando efectos climáticos devastadores y nos ha hecho darnos cuenta de que el planeta tiene un límite para sostenerse, y nos estamos acercando rápidamente al colapso de sus ecosistemas.

En abril de 1990, durante una conferencia del Banco Mundial en Washington D.C., el economista holandés Peter Nijkamp presentó su trabajo, desarrollo regional sustentable y el uso de recursos naturales. En este estudio, Nijkamp resume el concepto de sustentabilidad y lo representa visualmente en lo que se conoce como el Triángulo de Nijkamp. Este triángulo muestra la relación entre el crecimiento económico, la equidad social y la sustentabilidad ambiental, y su intersección en el centro representa el desarrollo sustentable.

Imagen 2. Triángulo de Nijkamp.



Fuente: Zarta (2018).

Hipotéticamente, el desarrollo sustentable se alcanza cuando se logran de manera simultánea tres objetivos, tal como se ilustra en el Triángulo de Nijkamp. Este modelo representa la armonía que existe entre el crecimiento económico, la equidad social y la sustentabilidad ambiental, que es el área central del triángulo.

Alcanzar ese equilibrio es un objetivo posible con la participación de todos los actores involucrados de manera responsable, en los párrafos anteriores se mencionaron algunos de los elementos detonantes de la necesidad de atender el problema a nivel mundial, sin embargo, en nuestros días el daño en regiones enteras parece no detener su marcha. Algunos de estos daños se presentan a continuación (IDS, 2021).

- El cambio climático está causando una reducción notable en la producción agrícola de algunas áreas. Esto, a su vez, ha provocado un aumento de la migración, ya sea entre países o de las zonas rurales a las ciudades. Se estima que, para el año 2050, países como Costa Rica, El Salvador y Nicaragua podrían ver su producción agrícola disminuir hasta en un 40% debido a este fenómeno.

- La disminución de glaciares y los cambios en los patrones de lluvia están reduciendo la disponibilidad de agua potable y segura. Esta situación afecta gravemente a sectores como la agricultura y la producción de energía.
- Los océanos y las costas de Iberoamérica son muy sensibles al cambio climático. Si la situación no cambia, se prevé que para el año 2050, el ecosistema de coral en las costas del Caribe podría colapsar por completo.
- El aumento del nivel del mar afectará a los países costeros de Iberoamérica, causando una disminución del turismo, daños en la infraestructura y el desplazamiento de personas. Se estima que tan solo en Chile y Uruguay, el 40% de la población que vive en la costa se verá afectada. En España y Portugal, la caída del turismo costero tendría un impacto significativo en su Producto Interno Bruto (PIB).
- Las personas más vulnerables a los efectos del cambio climático son las mujeres, los niños, los ancianos y las familias de agricultores. Dentro de Iberoamérica, los países con mayor riesgo climático son Cuba, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Venezuela, Bolivia y Paraguay.

A continuación, se mencionan los criterios a considerar dentro del marco de la sustentabilidad (Lezama y Domínguez, 2006).

Calidad de vida: El propósito principal del diseño urbano debe ser ofrecer una buena calidad de vida a los residentes. Esto implica ir más allá de la visión industrial de la modernidad, que se centra solo en el crecimiento económico, el consumismo y la acumulación de bienes. En cambio, se debe buscar una modernización ecológica que se base en un cambio de valores.

Cambios institucionales: Para que las políticas de desarrollo sustentable sean efectivas, es fundamental hacer reformas estructurales a nivel político, legal y social. Esto impulsaría el cambio de valores y actitudes de la sociedad hacia el medio ambiente. Además, es crucial revisar las instituciones existentes, ya que pueden tener esquemas normativos que contradicen los nuevos enfoques de cambio social (como los de la época posliberal, posmodernización o modernización reflexiva). Si no se modifican estos esquemas, las instituciones no permitirán que se logre el cambio.

Enfoques integrales: La mala gestión urbana a menudo se debe a políticas que tienen una visión sectorial o fragmentada. Para mejorar esto, la integración debe ocurrir en dos niveles: La planificación

del desarrollo urbano, es decir, las actividades de planeación deben unificarse y la toma de decisiones, se refiere a que es crucial que las autoridades y los organismos encargados de las políticas se coordinen para que las acciones de protección ambiental sean efectivas.

El rol de la autoridad local en la gestión urbana: Para resolver los problemas de las ciudades, lo más adecuado es abordarlos desde un nivel local o regional. Las autoridades locales tienen un papel muy importante en la creación de ciudades sustentables. Los problemas urbanos están vinculados con la forma de vida de los ciudadanos, la organización de los asentamientos, la planificación del uso del suelo y el transporte. También incluyen cuestiones más cercanas, como la gestión de residuos, el suministro de agua, la calidad del aire y la falta de espacios públicos.

La planificación urbano-ambiental: La sustentabilidad no se percibe de la misma forma en todas las culturas. Además, como cada territorio tiene características únicas, los planes de desarrollo urbano-ambientales deben enfocarse en resolver problemas específicos de cada lugar.

Los procesos participativos: Un Estado democrático se basa en la toma de decisiones participativa. Hoy en día, la integración del medio ambiente en la política, en las decisiones y en la vida diaria nos obliga a repensar muchas cosas, entre las que destacan:

- Las leyes y normas.
- Las funciones del Estado.
- El rol de la sociedad civil y la iniciativa privada.

Además, la gente ya no se conforma solo con la democracia representativa, sino que, exige una mayor inclusión. Han surgido nuevas formas de gestión ambiental que no dependen únicamente del gobierno. Todo esto nos lleva a un replanteamiento de la modernidad, de las estructuras legales e institucionales y de cómo actúa la sociedad.

Cambios culturales y sociales: Los elementos culturales y sociales son cruciales para crear ciudades sustentables. Estos factores influyen en la forma en que las personas cambian sus valores modernistas hacia comportamientos y consumos más respetuosos con el medio ambiente.

Todos los elementos antes mencionados deben considerarse en la revisión y/o diseño de los indicadores de desarrollo sustentable que complementen al IDH para que podamos referirnos a un desarrollo humano sustentable.

A continuación, se desarrollará en términos generales la definición de la teoría de Economía Ecológica que será la base teórica para la revisión de los indicadores de desarrollo sustentable existentes y perspectiva bajo el cual se recomienda elaborar un indicador de la dimensión ambiental de la sustentabilidad para ser agregado al IDH.

2.2 Economía Ecológica

Las palabras ecología y economía tienen su origen en la palabra griega oikos, que significa casa. La ecología es el estudio de cómo la naturaleza gestiona su casa, es decir, la forma en que los seres vivos (animales y plantas) se relacionan con su entorno. Por otro lado, la economía se enfoca en cómo los humanos administran su casa, es decir, cómo obtienen lo necesario para vivir y satisfacer sus necesidades. La Economía Ecológica surge como la disciplina que estudia la relación entre la casa de los humanos (los sistemas económicos) y la casa de la naturaleza (los sistemas ecológicos), analizando cómo interactúan entre sí (Common, 2008).

Durante la década de 1980, un grupo de académicos desarrolló una nueva perspectiva teórica en el que comprendieron que para avanzar en la política y la gestión ambiental, y para proteger el bienestar de las futuras generaciones, era necesario combinar estos campos de estudio (Costanza, 1999).

La economía actual, impulsada por la globalización, nos hace ver el mundo solo a través del mercado y el dinero. Esto sucede a pesar de que vivimos una crisis social y ambiental inmensa, donde la mayoría sufre mientras la riqueza se acumula en pocas manos. Esta crisis global, que es una crisis de nuestra civilización, ignora la verdadera gran economía: la de la tierra, esta última es la que realmente administra los recursos y la energía que todos consumimos (Vandana, 2017).

Los impactos de la economía global resaltan la necesidad apremiante de analizar y sugerir alternativas. De esta reflexión surge la idea de crear un índice que integre los recursos naturales del planeta, el valor del trabajo de cuidados y la contribución de las comunidades en la periferia económica, considerando además el actual desastre ambiental.

En este contexto, a continuación, se presentarán diversas ideas para fomentar la reflexión sobre el paradigma de la economía ecológica.

- Esta visión nos invita a considerar la realidad y viabilidad de la humanidad en la Tierra, desplazando nuestro enfoque de la información virtual (infósfera) hacia la biosfera tangible que nos sustenta. Al dejar de lado la obsesión por el dinero, nos permite priorizar lo

verdaderamente crucial: las funciones de los ecosistemas, el movimiento de materiales y energía, los límites del planeta y las conexiones comunitarias.

- Este enfoque se apoya en la termodinámica y la teoría de sistemas ecológicos, considerando la economía como una parte de la biosfera. Esto significa que las actividades económicas deben respetar las leyes naturales. Así, la economía se ve como un sistema que intercambia constantemente materiales y energía con el medio ambiente.
- Argumenta en contra de la creencia de que podemos sustituir los recursos naturales indefinidamente, ya que esto ignora los límites del planeta y el daño irreversible que causamos. Además, el autor cuestiona directamente la relación entre el dinero, la economía de mercado y el deterioro del medio ambiente y la sociedad. Para ello, se enfoca en el impacto tangible de los materiales, la energía y los residuos en la degradación del territorio, más allá de la lógica financiera.
- Propone la biomímesis como un enfoque para aprender e imitar los procesos naturales de la vida. También destaca la importancia de comprender el metabolismo de la economía (por ejemplo, de una ciudad) para cuantificar los flujos de materiales necesarios y los residuos generados.
- Finalmente, busca desarrollar indicadores que prioricen la medición y evaluación de la sustentabilidad ecológica y social de todos los procesos.

La economía ecológica (EE) surgió como respuesta a los problemas generados por las actividades económicas que buscan un crecimiento sin límites. Su objetivo es estudiar la compleja relación entre los ecosistemas y la economía, con la meta de crear una ciencia de la sustentabilidad que sea integral y transformadora. La raíz de la economía ecológica se encuentra en la ecología, disciplina acuñada por Ernst Haeckel en 1866, definiéndola como la economía de la naturaleza, dedicándola al estudio de las interacciones entre los seres vivos y su entorno. A pesar de que la EE nació como una fuerte crítica a la economía ambiental especialmente por su enfoque en el mercado, con el tiempo, curiosamente, terminó adoptando algunos de los conceptos y métodos de esa misma disciplina (Lizarazo, 2018).

La EE es una disciplina que analiza la viabilidad y sustentabilidad de los modelos económicos, enfocándose en cómo se manejan los materiales, la energía y los residuos. A diferencia de la economía convencional, que busca el crecimiento a través de la optimización de recursos, la EE va más allá de

ser una simple rama de la economía. En cambio, es un campo de estudio transdisciplinar que combina diversas áreas de conocimiento para resolver problemas complejos.

La EE se distingue por centrarse en una economía que opere dentro de los límites naturales y fomente la justicia social, principios que no son prioritarios en la economía convencional. La EE surge como una propuesta analítica diseñada para integrar tanto los conflictos ecológicos distributivos como diversas formas de valorar la naturaleza. Para clarificar esto, se presenta a continuación una clasificación basada en diferentes posturas sobre la ciencia y la sociedad, tal como se desprenden de la racionalidad económica (Carrasco, 2008).

- La EE Conservadora evita abordar el concepto de conflicto social (anteriormente conocido como lucha de clases). En su lugar, esta corriente se enfoca en revalorizar ciertos aspectos: o bien se concentra en las necesidades del mercado, adoptando una perspectiva antropocéntrica ahistórica, o bien prioriza los aspectos ecológicos (ecocéntricas) como vía para alcanzar la sustentabilidad.
- La EE Crítica reconoce y cuestiona cómo la racionalidad económica contribuye a la insostenibilidad. Sin embargo, esta corriente se ve limitada en su capacidad para identificar, explorar y desarrollar alternativas que se salgan de los esquemas de esa misma racionalidad instrumental.
- La EE heterodoxa o radical, se apoya en marcos de pensamiento y teorías que permiten entender las causas profundas de la contradicción entre la sociedad y la naturaleza. Esta corriente enfatiza la urgencia y la posibilidad de un cambio estructural en los sistemas económicos y en la forma de pensar económicamente que domina actualmente.

La EE se distingue notablemente de la economía ambiental. Mientras que la economía ambiental es simplemente una rama de la economía neoclásica que une ideas económicas y ecológicas, la economía ecológica busca una integración total. El objetivo de la EE es transformar la economía desde sus cimientos, incluyendo su método y herramientas, para que deje de estar centrada únicamente en los valores de intercambio del mercado. Al hacerlo, la convierte en una disciplina fundamentalmente transdisciplinar, que se enfoca en problemas complejos (Klink, 1994).

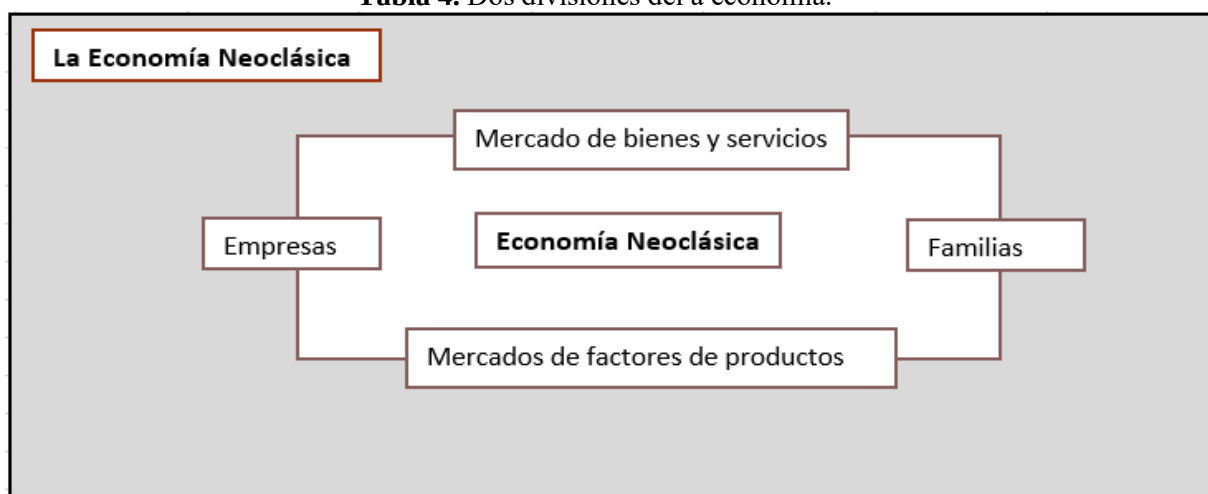
De acuerdo a Lizarazo (2018), las normativas fundacionales de la EE son las siguientes:

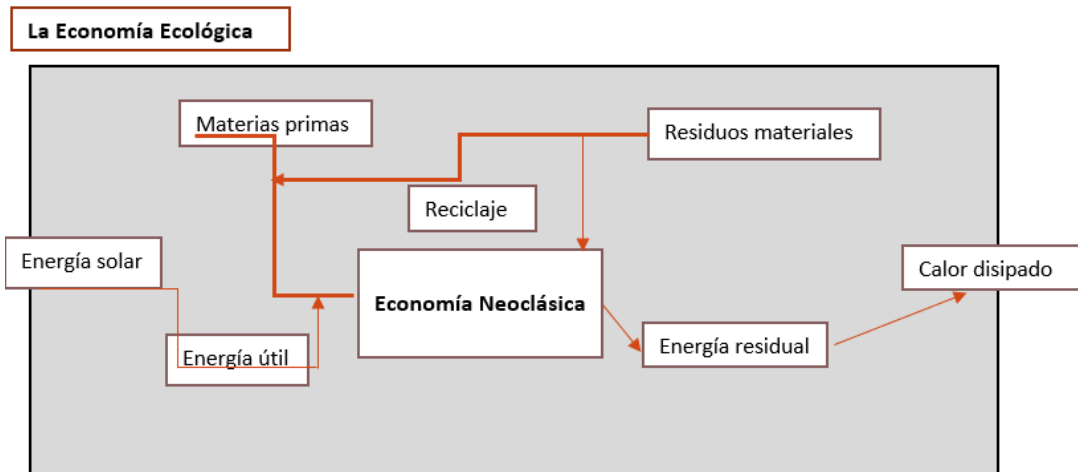
- Economía y naturaleza: La economía debe ser entendida como parte de un sistema natural más grande, siguiendo una estructura jerárquica.

- Transdisciplinariedad: Se requiere el trabajo conjunto de varias disciplinas para comprender los problemas ambientales y encontrar soluciones efectivas.
- Pluralismo y ciencia pos-normal: Es fundamental aceptar múltiples formas de conocimiento y adoptar un enfoque científico que reconozca la complejidad e incertidumbre.
- Conciencia de la ignorancia: Hay que admitir que nuestro conocimiento sobre los procesos naturales y su interacción con las sociedades es limitado.
- Pensamiento sistémico: Es crucial integrar en el análisis conceptos como la evolución, la complejidad, la incertidumbre y la irreversibilidad.
- Equidad y justicia: Los principios de equidad (justicia distributiva) y la responsabilidad hacia las futuras generaciones (justicia intergeneracional) son esenciales.
- Valor intrínseco de la naturaleza: La naturaleza posee un valor inherente, que no depende de la utilidad o el beneficio que las personas puedan obtener de ella.
- Crítica al "homo economicus": Se cuestiona la idea de que los seres humanos actúan siempre de manera puramente racional y objetiva, un concepto central en la economía tradicional.

A continuación, se presenta dos divisiones de la economía y en el que se deriva el enfoque de la EE (Hauwermeiren, 1999):

Tabla 4. Dos divisiones de la economía.





Fuente: Hauwermeiren (1999).

La actividad económica no puede funcionar sin la base física que le proporciona la naturaleza. Esto implica una serie de necesidades como las siguientes:

- Suministro constante de energía y materiales.
- Capacidad de la biosfera para absorber los residuos que se generan.
- Mantenimiento de la biodiversidad.

A cambio, la economía produce dos tipos de residuos:

- Calor disipado, una pérdida inevitable según las leyes de la física.
- Residuos materiales, que, aunque se pueden reciclar, solo una parte de ellos se puede volver a utilizar

¿Qué diferencias hay entre la economía convencional, la ambiental y la ecológica? De acuerdo a Vandana (2017), estas diferencias son las siguientes:

La economía convencional, también conocida como neoclásica, capitalista o neoliberal, domina el panorama mundial. Sin embargo, su sistema de contabilidad macroeconómica, ejemplificado por el Producto Interno Bruto (PIB), falla al no considerar los aspectos socioambientales cruciales. Esta aproximación es incapaz de reconocer que la economía opera dentro de la biosfera, con sus recursos finitos y su capacidad limitada para absorber desechos. Es una realidad innegable que el crecimiento económico actual conduce a una disminución de la sustentabilidad ecológica, sumergiéndonos en una crisis ecosocial sin precedentes en la historia de la humanidad.

La economía ambiental se enfoca en resolver los problemas del medio ambiente con herramientas económicas. Aunque reconoce las "fallas" del mercado, no cuestiona los principios de la economía convencional. Esta disciplina asigna un valor monetario a los daños ambientales (como la contaminación) y propone soluciones tecnológicas, como el uso de vehículos eléctricos o plantas de tratamiento. Sin embargo, estas medidas no atacan las causas profundas de la degradación ambiental. Por lo tanto, el objetivo de la economía ambiental es encontrar un punto de contaminación óptima y optimizar la explotación de los recursos naturales a través de políticas y regulaciones.

La Economía Ecológica (EE) es una disciplina que va más allá de la teoría económica tradicional, ya que combina conocimientos de ecología, termodinámica, sociología y economía para estudiar la compleja relación entre la naturaleza y la actividad económica. A diferencia de otros enfoques, la EE se basa en la idea de que la economía es solo una parte de un sistema más grande: el planeta. Esto implica que los recursos naturales y la capacidad de la Tierra para procesar los desechos son finitos. Basada en esta premisa, la EE cuestiona la idea de un crecimiento económico ilimitado. A menudo, se distingue por su defensa de una sustentabilidad fuerte, que contrasta con la sostenibilidad débil de la economía ambiental, lo que marca una diferencia clara en sus metas y principios.

Tabla 5. Diferencia entre economía ecológica, ambiental y convencional.

Economía ecológica	Economía ambiental	Economía convencional
Indicadores ecosociales	Indicadores: PIB + ambientales	Procesos lineales
Crítica crecimiento	Visión medio-corto plazo	Exclusivamente economicista
Enfoque dinámico	Enfoque estático	Capitalismo-neoliberalismo
Principio de precaución	Necesidad de crecimiento	Enfoque estático
Sistémica, interdisciplinar	Ecoeficiencia (efecto rebote)	Ineficiencia
Sostenibilidad y justicia social	Marco economicista	Oculto dependencia biofísica
Subsistema de la biosfera	Sistema cerrado	Visión cortoplacista
Transdisciplinario	Procesos lineales	Disciplinaria
Tecnología compatible vida	Biosfera como recurso	Tecnología destructiva
Ecoeficiencia Global	Capitalismo verde	PIB, económico
Visión largo plazo	Disciplinaria	Crecimiento como fin
Procesos circulares	Soluciones "final tubería"	Sistema cerrado
Sistema abierto	Tecnología como solución	Externalidades

Fuente: Vandana (2017).

A continuación, se muestra otra tabla comparativa de la economía convencional o lineal, de la ecología convencional y de la EE desde la perspectiva de Hauwermeiren, que ayudará a comprender de mejor manera el campo de estudio de la EE, siendo la base teórica bajo el cual se sugiere en este tema de investigación se elabore un indicador que sea apegado en el IDH.

Tabla 6. La economía y la ecología convencional versus la economía ecológica.

	Economía "convencional"	Ecología "convencional"	Economía ecológica
Visión del mundo	Concibe el mundo como un sistema mecánico y estático, centrándose en elementos aislados	Ve el mundo como un sistema evolutivo, pero también atomístico (centrado en partes individuales)	Adopta una perspectiva dinámica y sistémica, reconociendo las interconexiones entre la economía y el medio ambiente
Marco de tiempo	Sus análisis se basan en el corto plazo	Considera múltiples escalas de tiempo en sus análisis	Utiliza múltiples escalas de tiempo, similar a la ecología
Enfoque de especies	Exclusivamente se centra en los seres humanos	Exclusivamente se centra en las especies no humanas	Considera a todo el ecosistema, incluyendo a los seres humanos como parte integral de él
Objetivos	Busca el crecimiento económico a nivel macro y maximizar ganancias y utilidades a nivel micro	Su meta principal es la supervivencia de las especies	Busca la sostenibilidad del sistema ecológico y económico en su conjunto. Los objetivos a nivel micro deben alinearse con esta meta de sostenibilidad
Objetivo primario micro	Aumentar al máximo las ganancias y utilidades	Aumentar al máximo el éxito reproductivo	Debe ser ajustado para reflejar los objetivos del sistema
Suposición sobre el progreso técnico	Tiene una visión muy optimista sobre la capacidad de la tecnología para resolver problemas	Su postura es pesimista o neutra respecto al progreso tecnológico	Mantiene una postura escéptica y prudente, reconociendo que la tecnología tiene límites y puede generar nuevos problemas
Postura académica	Es un campo disciplinario, es decir, se estudia de forma aislada	Es un campo disciplinario	Es un campo transdisciplinario, lo que significa que integra conocimientos y métodos de múltiples disciplinas para abordar problemas complejos

Fuente: Hauwermeiren (1999).

El futuro de la EE depende de si logra distanciarse de los principios de la economía neoclásica, como el análisis de costo-beneficio y el crecimiento económico ilimitado. Si se mantiene ligada a las lógicas tradicionales, la EE se limitará a ser un simple complemento de la economía ambiental y del mercado, perdiendo su potencial transformador. Si se organiza como un movimiento transdisciplinario y crítico, tiene un futuro prometedor. Esto significa que debe ir más allá de una simple reacción contra el sistema actual para proponer alternativas concretas y fundamentadas. Para lograrlo, la EE necesita una base sólida metodológicamente, inspirada en la ciencia posnormal y la transdisciplinariedad. Su misión es convertirse en el campo que no solo proponga, sino que, también implemente nuevas teorías económicas que desafíen las visiones clásicas y neoclásicas, ofreciendo soluciones para el mundo contemporáneo (Lizarazo, 2018).

A principios de los años setenta, algunas personas se dieron cuenta de que el crecimiento económico podía tener límites físicos y ecológicos, es decir, el modelo de desarrollo de los países industrializados caracterizado por un alto consumo de energía y la falta de preocupación por el medio ambiente podría no ser sustentable (Wirth, 2005). Esto se debe a que, en un mundo con recursos finitos, la idea de un crecimiento ilimitado es una utopía peligrosa (Urteaga, 1985).

La EE es un campo de estudio transdisciplinario relativamente reciente. A finales del siglo XX, muchos científicos se percataron de que las actividades económicas dañaban el medio ambiente, lo

que, a su vez, perjudicaría la economía de las futuras generaciones. En este sentido a continuación se busca explicar el uso del término "transdisciplinario" y cómo se diferencia de los conceptos de interdisciplinario y multidisciplinario (Common, 2008) .

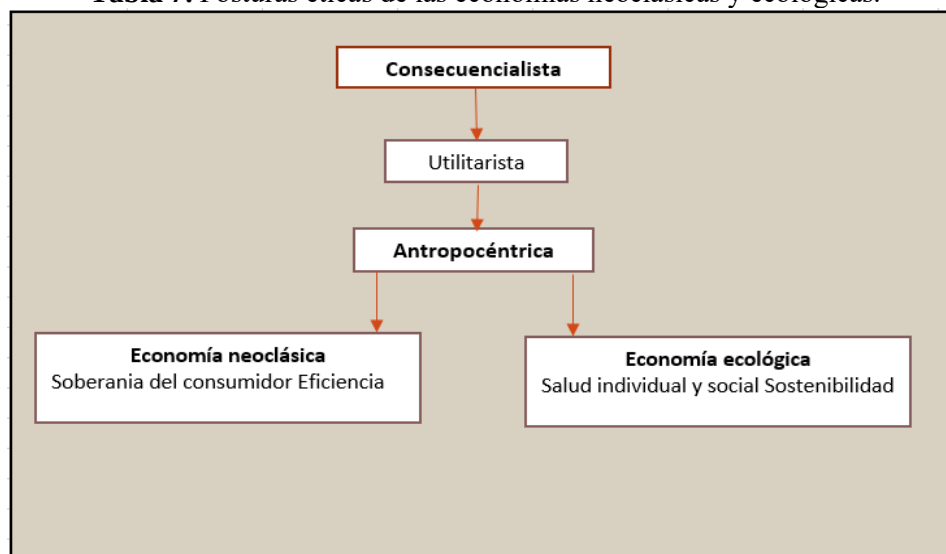
Multi – muchos; más de dos

Inter – entre; entre varios, mutuo, mutuamente.

Trans – a través, a lo largo; más allá, en el extremo opuesto; a través de.

De acuerdo al Informe de Brundtland, se necesita un nuevo tipo de crecimiento económico que no dañe el medio ambiente, sino que lo fortalezca. Este enfoque, llamado desarrollo sustentable, busca que el sistema económico y ambiental en conjunto sea capaz de satisfacer las necesidades de las personas a largo plazo.

Tabla 7. Posturas éticas de las economías neoclásicas y ecológicas.



Fuente: Common (2008).

A diferencia de la economía neoclásica, que se enfoca en los precios y ve la economía como un ciclo perpetuo impulsado por el dinero, la EE tiene una visión distinta. La economía neoclásica describe un modelo donde las empresas venden productos y, con las ganancias, pagan los factores de producción (tierra, trabajo y capital). En cambio la EE considera el planeta como un sistema abierto que recibe energía solar. Además, reconoce que toda actividad económica genera dos tipos de residuos inevitables: calor disipado (basado en la segunda ley de la termodinámica) y desechos materiales, que solo pueden ser reciclados parcialmente. Debido a estas diferencias, la EE concluye que la economía neoclásica no valora adecuadamente los servicios que la naturaleza ofrece a la actividad humana (Alier, 1998).

La EE es una disciplina científica que combina elementos de la economía, ecología, termodinámica y ética, entre otras ciencias. Su objetivo es ofrecer una visión integrada y biofísica de la interacción entre la economía y el medio ambiente, utilizando un enfoque pluralista y una metodología transdisciplinar. Aunque es un campo de estudio relativamente nuevo, la EE ha desarrollado un sólido marco teórico y principios analíticos que la consolidan como una nueva disciplina y un nuevo paradigma en la forma de entender la relación entre la economía y el planeta (Castiblanco, 2007).

Algunos de los principales fundadores y promotores de la EE fueron los economistas K.E. Boulding, Herman E. Daly y Nicolas Georgescu-Roegen, junto a los ecólogos C.S. Holling y H.T. Odum. Sus escritos y publicaciones fueron clave para el desarrollo de esta disciplina.

Cuando hablamos de sustentabilidad, la equidad intergeneracional es un tema central. Esto se debe a que las actividades económicas tienen un impacto inevitable en el medio ambiente, lo que podría tener graves consecuencias para las generaciones futuras (Alier, 2000). Los recursos naturales y ambientales cumplen funciones económicas esenciales como:

- Provisión de recursos: La naturaleza nos da los materiales y la energía que usamos tanto para la producción como para el consumo directo.
- Servicios de soporte vital: Los ecosistemas mantienen funciones esenciales para la vida y la producción, como la regulación del clima y del agua, la creación de hábitats y la protección contra inundaciones.
- Gestión de desechos: El suelo, el aire y el agua actúan como vertederos naturales que absorben los residuos y la contaminación, gran parte de la cual proviene de la actividad económica.
- Bienestar humano: La naturaleza contribuye a nuestro bienestar a través de elementos estéticos y de esparcimiento, como paisajes, recreación y educación.

De acuerdo a lo comentado por Martínez Alier (2005), el principal aporte de la EE es el desarrollo de indicadores físicos de insostenibilidad. Esto se logra examinando la economía como un "metabolismo social", un concepto que mide la cantidad de energía y materiales que se consumen, así como los residuos que se producen. El objetivo es clasificar a las sociedades según sus patrones de flujo de materia y energía. Estas mediciones sirven de base para los debates actuales sobre la desmaterialización de la economía, lo que ha dado lugar a diferentes versiones de la EE, similares a las mencionadas por Carrasco como se menciona a continuación:

Versión conservadora de la EE

La EE conservadora reconoce que nuestra economía es un subsistema que opera dentro de un sistema natural más amplio y con límites definidos. Sin embargo, ignora el vínculo entre el poder, la racionalidad económica capitalista y la falta de sustentabilidad, lo que la lleva a evitar abordar el tema del conflicto social.

Esta corriente se manifiesta en dos enfoques principales: uno con un marcado componente economicista antropocéntrico (centrado en el ser humano y el mercado) y otro ecológico ecocéntrico (centrado en la naturaleza). Según Martínez Alier (2004), estas dos caras se asemejan, respectivamente, al "evangelio de la ecoeficiencia" y al "culto a lo silvestre".

Versión crítica de la EE

Esta perspectiva reconoce las limitaciones de la economía tradicional (ortodoxa) para abordar un concepto tan complejo y multifacético como la sustentabilidad. De igual forma, se asumen las deficiencias de las ciencias convencionales (positivistas) y de la tecnología en general para manejar la incertidumbre y, por ende, para tomar decisiones efectivas frente a los riesgos ambientales. De estas premisas surgen diversos conceptos y criterios metodológicos que se han desarrollado en la comunidad de la Economía Ecológica (EE), y entre los más importantes se encuentran los siguientes (Fuente, 2008):

La articulación entre disciplinas es una característica fundamental de la EE. Inicialmente, al intentar posicionar la EE como un paradigma alternativo a la economía tradicional, sus propios miembros la veían como una rama específica de la economía. Sin embargo, con el tiempo, esta visión se ha transformado, y la EE ahora se concibe como un campo inter, multi o transdisciplinario. Esta evolución se basa en la necesidad de abordar la sustentabilidad desde una perspectiva holística. Para lograrlo, los miembros de la EE han explorado diversas fuentes que comparten este enfoque integral, incluyendo la teoría general de sistemas y el pensamiento complejo, entre otras.

La ciencia posnormal propone una metodología que enfatiza la necesidad de incluir a las "comunidades de pares extendidos" (es decir, grupos no académicos) en la evaluación de la información científica. Su participación es crucial para la toma de decisiones. Este enfoque es particularmente relevante en Latinoamérica debido a la vasta riqueza de conocimientos que poseen las comunidades con herencia prehispánica. Estas comunidades, a menudo, se han opuesto activamente a las prácticas de degradación ambiental impulsadas por la lógica económica dominante.

El Principio Precautorio. Este principio sostiene que no basta con evaluar la viabilidad de los proyectos de desarrollo basándose únicamente en criterios económicos y a corto plazo. Por ello, se alinea con la creación de políticas ambientales que prioricen instrumentos de control y regulación sobre aquellos puramente económicos, y defiende la primacía del interés público sobre el privado.

Propone incorporar en la política ambiental un mecanismo que permita a la sociedad civil defenderse de proyectos que, ya sea por desconocimiento o intencionalmente, puedan causar daños a la salud humana o al medio ambiente. Este principio introduce un criterio clave para valorar proyectos con resultados inciertos: si no hay certeza sobre su inocuidad, no deberían permitirse. En casos excepcionales donde se identifiquen riesgos pero el proyecto sea indispensable para una necesidad básica, este debería someterse a un proceso democrático de decisión. Ejemplos claros de esto en el debate nacional incluyen el uso de organismos genéticamente modificados, la nanotecnología y la imposición de proyectos de explotación minera.

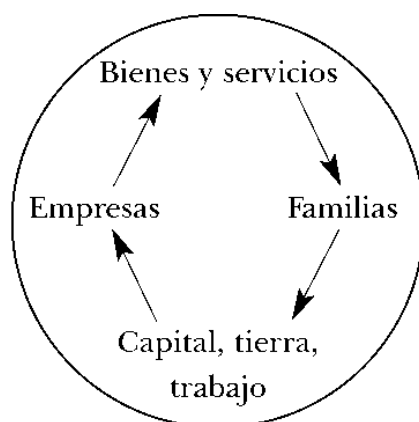
El análisis multicriterial es una metodología frecuentemente utilizada en la EE para contrarrestar el enfoque de análisis costo-beneficio de la Economía Ambiental (EA). Este último se limita a un único criterio y lenguaje para valorar la naturaleza: el económico, expresado a través de precios. Desde la perspectiva del análisis multicriterial, las técnicas de valoración monetaria de bienes y servicios no solo son insuficientes, sino que, resultan inconmensurables cuando se contrastan con otras valoraciones fundamentales, como la salud, los territorios sagrados o la vida misma..

Versión radical de la EE

La versión radical de la EE propone una ruptura total con el pensamiento económico neoclásico. Sostiene que la crisis ambiental no es un problema aislado, sino, el resultado de una crisis más profunda de la civilización occidental y de su modelo económico (Magdoff y Foster 2010). Según este enfoque, las ideas e instituciones económicas actuales son un obstáculo para lograr la sustentabilidad. La clave está en transformar la racionalidad económica del capitalismo, ya que es la principal causa de esta crisis de civilización, un punto que otras versiones de la EE no abordan de manera tan directa.

La EE desarrolla su teoría a partir de una crítica a la economía neoclásica-keynesiana. De las críticas más importantes, la primera se enfoca en el concepto de que la economía es un sistema cerrado, como se ejemplifica en la siguiente imagen:

Imagen 1. Concepto de economía como un sistema cerrado.

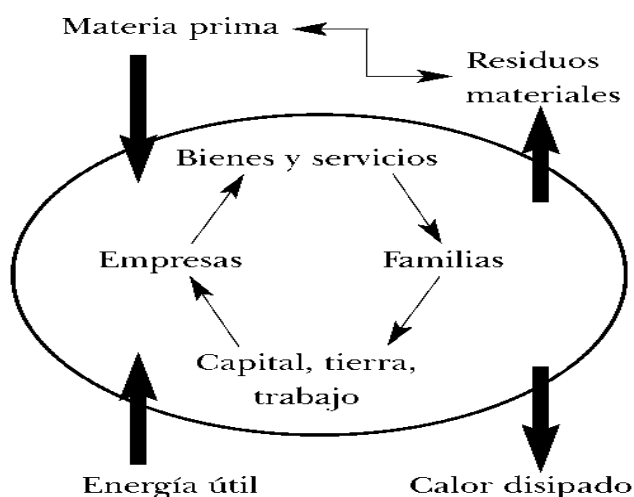


Fuente: Foladori (2018).

La economía neoclásica-keynesiana considera que el sistema económico es cerrado, es decir, no tiene entradas ni salidas. Esto se debe a que, desde su perspectiva, elementos como los recursos naturales, la energía solar o los residuos no tienen un precio en el mercado y, por lo tanto, quedan fuera de su modelo.

La EE propone un diseño diferente, como el siguiente:

Imagen 2. Concepto de economía ecológica como un sistema abierto.



Fuente: Foladori (2018).

Como se pudo observar la EE considera al sistema económico como abierto. Esto significa que toma del exterior recursos como la energía solar y los materiales, mientras que al mismo tiempo devuelve calor y residuos al medio ambiente. Al agregar este concepto, la EE aborda las causas humanas de la crisis ambiental, en dos aspectos principalmente: El uso de recursos naturales a un ritmo tan acelerado que la naturaleza no puede recuperarlos y en la emisión de contaminantes a una velocidad que los ecosistemas no pueden procesar ni reciclar.

La segunda crítica que la EE hace a la economía neoclásica-keynesiana se centra en la idea de que la materia y el precio son intercambiables. Este modelo asume que el valor de un producto material es igual a su precio en el mercado, lo que permite que una mercancía se venda por su equivalente monetario.

Es cierto que al vender un recurso no renovable, como el petróleo, el hierro o el carbón, obtenemos su valor en dinero. Sin embargo, a pesar de esa equivalencia teórica, no podremos volver a conseguir ese mineral con el dinero si este se agota. La materia no se puede crear de nuevo, sin importar cuánto dinero tengamos.

Una tercera crítica a la economía neoclásica-keynesiana es que los precios no corresponden con la cantidad real o el stock físico de un producto. El precio es un reflejo de la oferta y la demanda: si la demanda es mayor que la oferta, los precios suben; si la oferta es mayor que la demanda, los precios bajan.

La EE se presenta como una nueva forma de análisis cuyo objetivo es integrar los conflictos relacionados con la distribución de los recursos naturales y explorar otras maneras de valorar la naturaleza, más allá de lo puramente económico. A partir de estas ideas fundamentales, la comunidad de la EE ha desarrollado una serie de conceptos y criterios metodológicos importantes, entre los que se incluyen los siguientes (Fuente, 2008):

- Enfoque Transdisciplinario: La EE integra diversas disciplinas, como la ecología, la termodinámica, la sociología y la economía, para abordar la complejidad de la sustentabilidad.
- Ciencia Posnormal: Reconoce la necesidad de incluir a las comunidades no académicas en la evaluación de la información científica para la toma de decisiones, especialmente relevante en contextos como el latinoamericano, donde los saberes ancestrales son valiosos frente a la degradación ambiental.
- Principio Precautorio: Propone que la política ambiental incorpore mecanismos de defensa social contra proyectos que puedan dañar la salud humana y el ambiente, incluso por desconocimiento. Si hay incertidumbre sobre la inocuidad de un proyecto, este no debería permitirse, o solo bajo un proceso democrático si es indispensable.
- Análisis Multicriterial: A diferencia del análisis costo-beneficio de la EA (que solo valora económicamente la naturaleza), la EE emplea este enfoque para reconocer que la valoración

monetaria es insuficiente e incomparable con otros valores como la salud, los territorios sagrados o la vida.

- eMergía: Introducido por Lindelmann (1942), es una medida de la velocidad de transmisión de energía en los ecosistemas, fundamental para la teoría ecológica.
- Segundo Principio Termodinámico (Entropía): Georgescu-Roegen (1976), incorporó este concepto económico, que describe la degradación de la energía a formas menos útiles y ordenadas con cada transformación.
- Metabolismo Social: Un concepto crucial desde la perspectiva latinoamericana (Toledo, 2008; Martínez-Alier, 2007). Explica cómo la naturaleza provee insumos a la economía para generar valor, pero a su vez recibe materia con mayor entropía, afectando las propiedades del ecosistema.
- Resiliencia: Hollings (1973), introdujo este concepto en la ecología para referirse a la capacidad de un ecosistema de mantener su estabilidad y equilibrio ante diversas perturbaciones.
- Insustituibilidad del Capital Natural: Este principio es la base de la sustentabilidad fuerte. Postula que el capital natural no puede ser reemplazado por el capital producido por el ser humano, lo que limita el papel de los instrumentos económicos y prioriza el principio precautorio y los mecanismos de comando y control en las políticas ambientales.

En la conferencia de Río+20, se propusieron nuevos indicadores para medir la sustentabilidad y el progreso de los países, más allá del simple crecimiento económico. Existe un acuerdo general en que, para evaluar el bienestar de una nación, es necesario complementar el PIB con variables que incluyan las dimensiones sociales y ambientales (Prieto, 2012).

Actualmente, para medir el progreso social, se utilizan índices como el Índice de Desarrollo Humano (IDH), que incluye variables como educación, ingresos y salud. Sin embargo, no existe un consenso similar para los indicadores de sustentabilidad, especialmente en la dimensión ambiental. Por esta razón, este tema de investigación busca demostrar la necesidad de complementar el IDH con un subíndice ambiental. El objetivo es proponer el marco teórico y los elementos necesarios para diseñar este nuevo índice. En este documento se destaca que las limitaciones del PIB son ampliamente reconocidas ya que solo mide los bienes producidos, ignorando las externalidades negativas como el daño al medio ambiente, la contaminación y el agotamiento de los recursos naturales.

Resulta claro que los problemas ambientales y sociales han alcanzado un nivel que no se puede ignorar. Por ello, el PIB ya no es suficiente para medir el progreso de las sociedades. Aunque se han

creado otros indicadores sintéticos para complementar el PIB, como el IDH, estos siguen teniendo un enfoque principalmente cuantitativo y no consideran aspectos clave como:

- Calidad ambiental: No miden la calidad del aire o del agua, ni el estado de las especies protegidas.
- Externalidades negativas: No incluyen los costos del desarrollo, como la contaminación o el cambio climático.
- Bienestar social: No reflejan la salud, la educación o la percepción de la gente sobre su propia calidad de vida.

Ante estos desafíos en la era del Antropoceno, es urgente crear un índice que abarque estas dimensiones ausentes y que permita una medición más completa del verdadero progreso social.

Este enfoque para medir el progreso considera la equidad y la sustentabilidad. Considerando que la sustentabilidad se mide por la preservación de los recursos económicos, humanos, sociales y ambientales. Es decir, se da mucha importancia a los indicadores físicos de insostenibilidad y a los conflictos sobre cómo se distribuyen los costos de la degradación ambiental. En lugar de ponerle un precio al medio ambiente, este enfoque reconoce que existen diferentes tipos de valores que no se pueden reducir a una sola unidad monetaria (Martínez y Roca, 2000).

A pesar de los esfuerzos de diversos enfoques de estudio, incluida la EE, la economía convencional no ha logrado incorporar de forma significativa la dimensión ecológica. Esta sigue siendo la principal guía para las decisiones, sin considerar los graves daños ambientales que ocasiona. El discurso económico dominante, de naturaleza reduccionista, parece más preocupado por ocultar que por analizar y resolver los complejos problemas ecológicos y sociales que surgen del modelo de la civilización industrial. Aunque la población muestra una mayor preocupación por estos temas, el discurso económico solo los ha integrado formalmente en su retórica, sin un cambio real en la práctica.

A pesar de que gran parte de los programas políticos y las actividades económicas utilizan un lenguaje que incluye términos como "ecológico" y "sustentable" (a menudo influenciados por diversos enfoques), el objetivo principal parece ser tranquilizar a la población con una imagen de "verde". En esta tendencia, todo se etiqueta como "ecológico" o "sustentable", lo que enmascara o trivializa las contradicciones y los daños reales. Esto permite evitar cambios fundamentales en los criterios de gestión o en los patrones de comportamiento que realmente causan los problemas (Naredo, 2002).

Por lo tanto, es urgente y necesario analizar a fondo los indicadores de desarrollo sostenible que ya existen. El objetivo es determinar si son suficientes para mostrar el daño ambiental que causamos. De lo contrario, se deben definir los criterios para un nuevo indicador que pueda ser incorporado al Índice de Desarrollo Humano (IDH). Este esfuerzo es crucial porque el sistema económico actual, que ha ignorado por mucho tiempo los límites biofísicos del planeta y promueve un consumo insostenible, tiene una gran responsabilidad en la crisis ambiental. Para enfrentar este desafío, necesitamos una redefinición de nuestra relación con la naturaleza y con la sociedad, priorizando criterios ecológicos, biofísicos y sociales por encima de las preferencias individuales (Lorente, 1997).

2.3 Desarrollo Sustentable

El modelo de desarrollo actual, que explota en exceso los recursos naturales sin darles tiempo para recuperarse, ha causado graves problemas ambientales a nivel mundial. A pesar de esto, la humanidad continúa con el mismo comportamiento depredador, incluso con un medio ambiente ya agotado. Por esta razón, es crucial examinar lo que significa e implica un desarrollo sustentable, tema que se abordará en este apartado.

En ese sentido Sosa (1995), sostiene que la crisis ambiental no es solo un problema ecológico, sino, una crisis de civilización que abarca el entorno global, incluyendo aspectos físicos, sociales, culturales y tecnológicos. La degradación de la naturaleza y el deterioro de la sociedad son, en realidad, dos caras del mismo problema: un modelo de civilización, progreso y bienestar que ha dominado desde la modernidad. Este modelo, consolidado especialmente después de la Segunda Guerra Mundial, ha permanecido en gran medida incuestionable, a pesar de las diversas crisis que han surgido desde finales de la década de 1960.

En cuanto a la definición de desarrollo sustentable según Van Hauwermeiren (1998), debe interpretarse tomando en cuenta los siguientes dos factores:

- ❖ La capacidad de sustentación del ecosistema global
- ❖ La distribución equitativa.

Según Leff (1998), el desarrollo sustentable es un concepto complejo que integra la diversidad de proyectos sociales, las diferencias en escalas territoriales, las múltiples visiones políticas y la forma en que las personas se apropian de los recursos naturales. Además, es un proyecto político y social que busca organizar la producción de manera ecológica y descentralizada. Su objetivo es diversificar tanto los modelos de desarrollo como los estilos de vida de las poblaciones. De esta forma, el

desarrollo sustentable promueve la democratización de la sociedad al fomentar la participación directa de las comunidades en la gestión y transformación de sus propios recursos (Achkar, 2005).

Según la UICN (1980), el desarrollo sustentable es un proceso que busca el progreso económico y social. Su objetivo es satisfacer las necesidades y valores de todas las personas involucradas, al mismo tiempo que se aseguran las opciones para el futuro y se preservan los recursos naturales.

Según la CEPAL (2019), el desarrollo sustentable implica gestionar y conservar los recursos naturales. También requiere orientar los cambios tecnológicos e institucionales para asegurar que las necesidades de las generaciones actuales y futuras puedan ser satisfechas de manera continua.

Según la CMMAD (1988), el concepto de desarrollo sustentable reconoce que existen límites, aunque no son absolutos. Estos límites están definidos por el estado de la tecnología y la organización social, así como, por la capacidad del planeta para absorber el impacto de las actividades humanas. Sin embargo, tanto la tecnología como la organización social pueden mejorarse y gestionarse de tal manera que permitan un crecimiento económico renovado, pero debe darse bajo un enfoque central en la protección del medio ambiente.

El concepto de desarrollo sustentable es, en esencia, una contradicción. Funciona como un oxímoron porque intenta unir la sociedad y la naturaleza sin cuestionar si el desarrollo económico y el cuidado del ambiente son realmente compatibles. En la mayoría de los casos, esta compatibilidad es muy limitada o simplemente no existe. Para alcanzar un verdadero equilibrio ecológico, sería necesario cambiar radicalmente nuestro modelo de crecimiento económico y nuestro estilo de vida actual. Esto nos llevaría a buscar un nuevo paradigma: no solo una forma diferente de desarrollo, sino una alternativa al desarrollo en sí mismo. El verdadero desafío, según Latouche (2007), es encontrar una forma de combinar las tres dimensiones clave de la sustentabilidad.

La Estrategia Mundial para la Conservación (EMC) nos dice que para usar los recursos naturales de forma correcta, debemos hacerlo de tal manera que sigan estando disponibles para nosotros y para las generaciones futuras (UICN, 1980).

Según Fajardo (2006), este concepto está influenciado por la Declaración de Río, que estableció un acuerdo global para que todos los países adoptaran una estrategia de desarrollo racional y respetuosa con el medio ambiente. Por esta razón, el término sustentabilidad no se limita solo a la ecología, sino que, también abarca el respeto cultural y social en el proceso de desarrollo. Estas tres áreas (ambiental, social y cultural) son las dimensiones clave del desarrollo sustentable.

El Desarrollo Sustentable debe ir de la mano del DH, ya que este último se centra en un crecimiento económico que sea justo, que beneficie al medio ambiente y que empodere a las personas, especialmente a las más vulnerables (PNUD, 2002).

Dado lo comentado con anterioridad, se aborda a continuación lo relaciona con el concepto de Desarrollo Humano, siendo este una de las variables principales del objeto de estudio de este tema de investigación.

2.4 Desarrollo Humano

Actualmente, la palabra desarrollo se relaciona con la mejora y el avance tanto en la economía como en la sociedad. Se asocia a conceptos como progreso, modernización y bienestar. Según la Real Academia Española, en economía, el desarrollo es la evolución de una economía hacia un mayor nivel de vida. Cuando se aplica a las personas, se refiere al crecimiento en aspectos económicos, sociales, culturales o políticos (Gudynas, 2011).

A mediados de los años setenta, los ambientalistas se dieron cuenta que sus objetivos de conservación y protección del medio ambiente necesitaban una nueva visión del desarrollo, enfocada en dos puntos principales:

- Ajuste ecológico: El desarrollo debe limitarse a lo que el planeta puede soportar. Esto significa utilizar los recursos de forma sustentable y no sobrepasar la capacidad de los ecosistemas para recuperarse de la contaminación.
- Enfoque en las personas: Se empezó a diferenciar el desarrollo del simple crecimiento económico. El verdadero objetivo del desarrollo no es la riqueza, sino la satisfacción de las necesidades humanas, como la reducción de la pobreza y el acceso a una alimentación adecuada. Se concibe como un proceso autónomo, que surge desde dentro de las comunidades y está en armonía con el ambiente.

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en 1992, definió el desarrollo como un proceso que busca ampliar las opciones de las personas. Esto se logra dándoles mayores oportunidades en áreas como la educación, la salud, los ingresos y el empleo. El concepto es muy amplio, ya que va desde tener un buen entorno físico hasta gozar de libertades económicas y políticas.

El primer informe que midió el Desarrollo Humano (DH) fue publicado por el PNUD en 1990, con la ayuda de académicos como el economista Amartya Sen. La visión de Sen se basa en tres ideas

clave: libertades, capacidades y agencia. Con ellas, el desarrollo no se enfoca en la riqueza económica, sino en mejorar la calidad de vida de las personas. Esto estableció una nueva forma de entender el Desarrollo Humano.

El DH se basa en la idea de que las personas deben tener más opciones y capacidades en su vida. En otras palabras, se trata de que puedan elegir lo que quieren ser y hacer. Esto implica tener la libertad de vivir una vida larga y saludable, acceder a la educación, ganar lo suficiente para vivir dignamente y participar activamente en su comunidad y en las decisiones que les afecten (London y Formichella, 2006).

En su libro *Desarrollo y libertad*, Amartya Sen profundiza en su concepto de desarrollo. Al estudiar la pobreza y las hambrunas, descubrió que muchas veces estas últimas ocurren incluso cuando hay suficiente comida. Sen concluyó que la causa de la pobreza extrema, como la que se ve en las hambrunas, no son solo los recursos materiales disponibles, sino, la falta de oportunidades reales que tienen las personas (Gutiérrez, 2007).

Según la ONU, el DH es un proceso y, al mismo tiempo, un objetivo. Consiste en ampliar las opciones de las personas al aumentar sus capacidades y funcionamientos. En cuanto a capacidades, se refiere a las distintas combinaciones de los funcionamientos que una persona puede alcanzar, basándose en las siguientes tres variables clave: vivir una vida larga y saludable, adquirir conocimiento y tener acceso a recursos que permitan un nivel de vida digno. Con relación a funcionamientos, se refieren a lo que una persona puede hacer o ser, como tener una buena nutrición, vivir muchos años o participar en su comunidad. Sin embargo, el DH va más allá. También incluye aspectos valorados por la gente, como la participación, la seguridad, la sustentabilidad y el respeto a los derechos humanos. Estas dimensiones son fundamentales para que las personas puedan ser productivas, tener autoestima y sentir que pertenecen a su comunidad (Veres, 2006).

El DH es entonces un proceso que busca dar nuevas oportunidades a las personas. Su objetivo es que ellas mismas se desarrollen, tanto de manera individual como en sus instituciones. Esto se logra al expandir las capacidades de las personas para que puedan manejar los recursos de diversas maneras. El fin último es alcanzar un progreso sostenible y distribuido de forma justa, lo que a su vez mejora su calidad de vida y les permite cumplir sus propias aspiraciones (Rosales, 2017).

Definir el DH es complicado debido a sus múltiples aspectos. Abarca desde un buen entorno físico hasta libertades económicas y políticas, y busca ampliar las oportunidades y opciones de las personas.

Sin embargo, a menudo los índices que se usan para medir el DH no consideran aspectos fundamentales como: El derecho a un trabajo digno, el acceso a alimentos y agua potable, la participación en las decisiones políticas, el derecho y la obligación de cuidar el medio ambiente, en este sentido según Tapia (1995), si no se incluyen estas bases, los indicadores de desarrollo pierden su significado. En otras palabras, no podemos medir algo de forma precisa si no sabemos exactamente lo que estamos midiendo.

Aunque el IDH se enfoca en el bienestar de las personas, tiene una gran limitación: no toma en cuenta el medio ambiente. Específicamente, ignora los servicios de los ecosistemas que, ya sea en su estado natural o transformados, contribuyen de forma directa o indirecta al bienestar de la sociedad (Oropeza, 2015).

El texto explica que el DH es un proceso continuo que dura toda la vida de una persona. Para medirlo, se usa el IDH una herramienta que compara el desarrollo entre países basándose en tres aspectos fundamentales: la salud, la educación y los ingresos, como se ha venido comentando. Sin embargo, omite la dimensión ambiental (Rosales, 2017).

El informe sobre DH de 1993 se centró en la participación de las personas en las decisiones que afectan sus vidas. Sin embargo, Mancero (2001), señala que la falta de esta participación puede llevar a problemas serios, como conflictos violentos o guerras. Por eso, el informe propone un nuevo orden mundial que se base en cinco principios clave, los cuales buscan asegurar que las personas sean incluidas en la toma de decisiones:

- ❖ Se necesita un nuevo concepto de seguridad humana que se enfoque en la protección de las personas, no solo en la seguridad de los países.
- ❖ Es fundamental implementar nuevos modelos de desarrollo sustentable que inviertan en el potencial de las personas y creen un entorno que les permita desarrollar sus habilidades.
- ❖ Debe haber una mejor integración entre el Estado y el mercado, combinando la preocupación social del gobierno con la eficiencia del mercado.
- ❖ La estructura de los estados-nación ha quedado obsoleta en muchos aspectos. La solución es la descentralización, que permite una mayor participación ciudadana para abordar problemas locales de forma más efectiva que un gobierno central.
- ❖ La ayuda internacional debe adaptarse a este nuevo enfoque, donde las personas son el centro de todas las iniciativas.

Aunado a lo anterior se puede mencionar que el DH es producto de la interacción del organismo humano en desarrollo con su ambiente, esto es casi un lugar común en las ciencias de la conducta (Bronfenbrenner, 2002).

Según Recalde (1999), cada persona tiene derecho a recibir las mismas oportunidades para desarrollar sus habilidades. Depende de cada uno cómo aproveche esas oportunidades, pero la sociedad debe asegurarse de que existan para que todos puedan elegir su propio camino, tanto ahora como en el futuro. Sin embargo, un alto nivel de DH no garantiza un futuro sustentable. Un progreso que no respeta el medio ambiente pone en riesgo la calidad de vida de las generaciones futuras. Esta situación nos demuestra que el DH no solo se basa en la educación, la salud y los ingresos, sino que, debe incluir una dimensión ambiental como pilar fundamental.

El texto del PNUD (1997), define el DH sustentable como un proceso que va más allá del simple crecimiento económico. Se trata de un desarrollo que: Distribuye los beneficios de forma justa para todos, regenera el medio ambiente en lugar de dañarlo, fortalece a las personas en vez de excluirlas.

Para lograr lo mencionado anteriormente, es necesario implementar, llevar a cabo y evaluar políticas y programas enfocados en temas clave como: erradicar la pobreza, desarrollar el potencial humano, promover la equidad de género, combatir el VIH/SIDA, fortalecer a las comunidades y fomentar la inclusión social.

El PNUD ha trabajado para que su medición del DH sea más precisa y refleje mejor la calidad de vida de las personas, con ello, demostrar si una sociedad está avanzando, estancándose o retrocediendo en la creación de capacidades y oportunidades. Un año clave fue 2010, cuando el informe de DH introdujo dos cambios importantes: Un IDH mejorado con nuevos indicadores para medir la educación y los ingresos. El IDH Ajustado por la Desigualdad (IDH-D), que mide las desigualdades dentro de cada una de las dimensiones del índice original (Salas, 2014).

Desde la perspectiva del DH, las posibilidades de una persona son ilimitadas. Sin embargo, para que alguien tenga una vida digna, es fundamental contar con tres elementos: una vida larga y saludable, educación de calidad, y los recursos necesarios para cubrir sus necesidades básicas. A pesar de esto, se ha observado que la simple combinación de estos factores no siempre garantiza el desarrollo. También se ha visto que para lograr el progreso tanto a nivel personal como colectivo, es crucial tener en cuenta otros elementos como el pleno empleo, la libertad y un ambiente sano.

Aunque una población tenga un alto nivel educativo y muchas personas estudien por varios años, esto no garantiza un alto DH. Si la oferta de empleos es limitada, poco variada o mal pagada, no habrá suficientes oportunidades para que la gente utilice sus habilidades y conocimientos. En este escenario, el desempleo, los salarios bajos o el subempleo se vuelven comunes, lo que limita el verdadero desarrollo de las personas.

Lo mismo sucede si una sociedad tiene un buen sistema de salud, una educación de calidad y altos ingresos, pero si no tienen libertad, la situación no refleja un alto DH. Esto sucede cuando se restringen aspectos como la pluralidad política, la igualdad ante la ley, un juicio justo y la libre expresión. El mismo PNUD afirma que la libertad no es solo un ideal, sino un pilar esencial del Desarrollo Humano. Por lo tanto, sin ella, el progreso no es auténtico.

De ahí que, el DH debe ir más allá de lo que hasta el momento se ha mencionado, se debe considerar otros elementos como la sustentabilidad ambiental, el empleo o la libertad. Por ello, y con el propósito de contribuir a la discusión que estas cuestiones generan, se plantea en este trabajo de investigación la pertinencia del diseño de un indicador que complemente al IDH en la medición de la afectación ambiental ante la emergencia del cambio climático que vivimos en esta era del Antropoceno.

Este no es un tema aislado, se debe trabajar de manera integral para obtener mejores resultados, por ello, es obligado realizar una revisión de los indicadores de Desarrollo Sustentable que se conocen para conocer el marco teórico bajo los cuales fueron diseñados como las variables utilizadas para su diseño.

2.5 Indicadores de Desarrollo Sustentable

Desde que se comienza a hacer un esfuerzo por parte de organismos internacionales y académicos por visibilizar la problemática ambiental acuñando el concepto de “desarrollo sustentable” a partir del informe de Brundtland, se empiezan a generar algunos indicadores de medición de dicho impacto o afectación ambiental que permite conocer el grado de afectación, cada uno con sus diferentes metodologías de cálculo, con límites y alcances importantes; pero todos buscan aportar a generar un indicador lo más completo e integral posible que recoga todos los aspectos que involucra el efecto del antropoceno en la vida ambiental y de la vida humana misma.

Por ello, a continuación se mencionan algunos de los principales indicadores que existen o por lo menos reconocidos en el ámbito académico para medir la afectación ambiental. En este apartado solo

se describen algunas, sin embargo, en próximos párrafos se anexan una tabla con el resto de los indicadores, siendo estos un total de 157 indicadores de sustentabilidad.

PBI Verde

PBI ecológicamente corregido (El Serafy)

Este índice, creado por la ONU, mide el respeto de un país por sus recursos naturales, asegurando que no haya sobreexplotación ni aumento de la pobreza. A diferencia del PIB tradicional, un alto crecimiento económico no garantiza un PIB verde o un menor impacto ambiental; de hecho, a menudo el crecimiento se logra a costa de un mayor abuso de los recursos naturales.

Considera los siguientes aspectos:

- ❖ Valoración de las reservas de recursos no renovables (cuántos años puede mantenerse el ritmo de extracción).
- ❖ Tasas de interés, y de acuerdo a ella, la parte que se debe destinar a la inversión, de tal forma que en el momento del agotamiento del recurso exista una sustitución del capital natural por capital construido.
- ❖ Asignar un factor de corrección por la aplicación de nuevas tecnologías.

Cuentas Patrimoniales

(Sejenovich, 1996. Manual de cuentas del patrimonio natural)

Para incluir los aspectos ambientales en la contabilidad económica, se ha propuesto un método llamado Cuentas Patrimoniales, que consiste en agregar un nuevo sector, el sector pre-primario. Este nuevo sector se asemeja a una fábrica de la naturaleza y su objetivo es analizar cómo la naturaleza se regenera al captar energía, permitiendo así entender su reproducción.

Para analizar el sector pre-primario, se crea una tabla especial, similar a una matriz de insumo-producto, donde se representan los elementos de la naturaleza como la flora, fauna, suelo, agua, aire, paisaje y biodiversidad. En esta tabla, estos elementos intercambian bienes y servicios entre ellos y con los demás sectores de la economía. Con la intención de maximizar la producción final de estos elementos, pero siempre bajo un manejo sustentable. El proceso se divide en dos pasos: primero, se describen las relaciones entre estos elementos de forma cualitativa (cómo interactúan); y segundo, se calculan los costos de gestionar estas interacciones, o los costos de la investigación necesaria para entenderlas. Finalmente, se suman los costos de manejo de cada elemento natural para tener un total.

Cuando se construye la matriz de cuentas patrimoniales para estudiar el medio ambiente, es fundamental personalizarla para cada caso. Esto significa que la forma de organizar las filas y columnas, así como la identificación de los puntos más problemáticos, dependerán de la situación específica que se esté analizando, es decir, centrarse en un área geográficamente uniforme. Trabajar dentro de los límites de una zona ayuda a simplificar la matriz y a evitar confusiones al analizar cómo interactúan los diferentes ecosistemas. La elección de la zona se ajustará a los objetivos de estudio que se busquen alcanzar con la matriz.

La Apropiación Humana de Producción Primaria Neta (AHPPN)

La AHPPN se usa para entender el metabolismo de una economía. La economía ecológica sostiene que la economía humana es solo una parte de un sistema mucho más grande: la biosfera. Por lo tanto, para que el sistema económico sea sustentable, su tamaño debe ser apropiado para la biosfera. Una manera de medir este tamaño es cuantificando los flujos de energía, materiales y residuos que se mueven a través de la economía, ya que estos elementos conforman su metabolismo.

Una parte fundamental de este metabolismo son los recursos renovables que se generan cada año gracias a la fotosíntesis (conocida como Producción Primaria Neta o PPN). Estos recursos son los que permiten que todos los seres vivos, incluidos los humanos, se alimenten, crezcan y se reproduzcan. Para medir el impacto que la economía y la sociedad tienen sobre estos recursos, se utiliza la AHPPN.

Entonces, ¿cómo podemos medir de forma sensata el impacto de una economía en el medio ambiente? Los economistas ecológicos proponen dos maneras de hacerlo. Una es midiendo los flujos de energía, materiales y residuos que entran y salen de una economía, lo que se conoce como su metabolismo. De manera similar a un ser vivo que consume energía y comida para crecer y reproducirse, una economía utiliza materias primas, energía y mano de obra para crear productos, construir infraestructuras y generar residuos. Este tipo de análisis es impulsado principalmente por el Wuppertal Institut en Alemania y el Instituto de Ecología Social en Viena.

Otra manera de medir el impacto ambiental es en términos de espacio físico. Esto implica calcular cuánta tierra y agua necesita un país, región o ciudad para producir todo lo que consume y para procesar toda la basura que genera. Esta información nos ayuda a entender la capacidad de la naturaleza para proveer recursos y manejar los desechos.

Es innegable que la AHPPN está estrechamente ligada al metabolismo socioeconómico. Básicamente, este metabolismo se puede entender como los flujos de materiales que, en un periodo de tiempo, entran al sistema económico desde el medio ambiente. Estos materiales, una vez transformados en bienes y servicios, vuelven al medio ambiente en forma de residuos.

Los problemas de sustentabilidad están directamente relacionados con la forma en que las economías industriales usan los recursos. Esta dinámica, que a menudo actúa como una colonizadora, ejerce una gran presión sobre la PPN del planeta, es decir, los recursos que la naturaleza regenera por sí misma. El uso acelerado de recursos no renovables nos llevará, en poco tiempo, a dos problemas graves: una escasez de materias primas y serias dificultades para manejar los desechos. Para poder cambiar esta situación, el primer paso es reconocer estos hechos de manera realista.

MIPS Mochila Ecológica

Este indicador, conocido como MIPS, mide la cantidad de material que se necesita para crear un producto o servicio a lo largo de su vida útil. Funciona como una métrica de la eficiencia en el uso de recursos y energía en la economía. Busa determinar si la economía se está desmaterializando, es decir, si se está volviendo más eficiente al requerir menos recursos para generar los mismos productos y servicios (Achkar, 2005).

Se contabilizan las entradas de materia prima por unidad de producto en cinco categorías:

- ❖ Material Primas abióticas.
- ❖ Materias Primas bióticas.
- ❖ Los suelos utilizados.
- ❖ El agua extraída.
- ❖ El aire transformado.

Espacio Ambiental (Spangenberg)

Se trata de la cantidad máxima de recursos naturales (renovables y no renovables) que podemos consumir, y la cantidad de desechos y contaminación que podemos generar, sin perjudicar la capacidad de las futuras generaciones para usar esos mismos recursos.

El concepto de espacio ambiental se basa en la idea de que para lograr el desarrollo sustentable es necesario un equilibrio entre el bienestar social y la protección del medio ambiente. Este espacio propone que cada persona debería tener acceso a la misma cantidad de recursos. De esta manera, la

cantidad máxima de recursos que una persona puede consumir está determinada por una distribución equitativa de los recursos totales del planeta. Por otro lado, la cantidad mínima de recursos que se necesitan para vivir de forma digna establece el límite inferior.

El principio de equidad dentro de una misma generación establece el derecho de cada persona a tener acceso a una cantidad de recursos naturales que se encuentre entre estos dos límites, lo suficiente para mantener una vida digna. Para calcular este espacio ambiental, se propone analizar cómo estos principios se aplican en cada territorio:

- ❖ Energía y materias primas no renovables, recurso global.
- ❖ Maderas y productos agrícolas, recursos continentales.
- ❖ Agua, recurso local o regional, área de captación.

Índice de bienestar económico sostenible (IBES)

El Índice de Bienestar Económico Sostenible (IBES) es una contribución metodológica significativa, desarrollado inicialmente por Daly y Cobb en 1989 y revisado por Cobb en 1994. Este índice resume en un solo valor numérico la sostenibilidad del bienestar que experimenta la población de un país a lo largo del tiempo (Quiroga, 2001).

Este índice es una herramienta poderosa que combina diversas variables económicas, distributivas, sociales y ambientales, asignándoles un valor y una importancia (ponderación) basados en el consenso de los investigadores que lo desarrollaron. Incluye factores como el consumo ajustado, el coeficiente de Gini (que mide la desigualdad de ingresos), los gastos compensatorios que la gente asume por daños ambientales, y el nivel de salud, educación y acceso a servicios que reflejan el bienestar social.

Sin duda, este indicador sintético destaca como un excelente ejemplo de índice, con un gran potencial para evaluar políticas de desarrollo. Es fácilmente comparable con indicadores como el PIB, pero su verdadera fortaleza radica en que, a diferencia del más conocido IDH, integra de manera central las variables ecológicas relevantes.

El Índice de Sostenibilidad Ambiental (ISA)

Este índice es una iniciativa reciente del Foro Económico Mundial, creada por el grupo de trabajo Global Leaders for Tomorrow Environmental Task Force. Fue desarrollado de manera inicial por dos

centros de investigación: el Yale Center for Environmental Law and Policy y el Center for International Earth Science Information Network de la Universidad de Columbia. Su primera versión se presentó públicamente a principios de 2001, en el Foro Económico Mundial de Davos.

El ISA es un indicador que organiza 67 variables, todas con el mismo valor, en una estructura de 5 grandes componentes y 22 factores más específicos. En resumen, el ISA combina 22 indicadores ambientales para medir la sustentabilidad, que van desde la calidad del aire y la reducción de desechos hasta la protección de los recursos naturales compartidos a nivel global.

La puntuación de cada país se desglosa en 67 áreas más específicas, como la medición del dióxido de azufre en el aire urbano o las muertes relacionadas con condiciones sanitarias deficientes. En total, el ISA evalúa cinco aspectos centrales de la sostenibilidad.:

- Condición de los sistemas ambientales: Cómo se encuentran los ecosistemas y el entorno natural de cada país.
- Logros en la reducción de problemas: El éxito alcanzado por cada nación en disminuir los principales desafíos ambientales que enfrenta.
- Protección ciudadana: Los avances en la salvaguarda de la población ante posibles daños relacionados con el medio ambiente.
- Capacidad de acción ambiental: La habilidad social e institucional que posee cada país para implementar medidas en pro del medio ambiente.
- Nivel de gobernanza ambiental: La calidad de la gestión y administración ambiental de cada nación.

Este índice abarca una amplia gama de variables ambientales, incluyendo concentraciones y emisiones de contaminantes, calidad y cantidad de agua, consumo y eficiencia energética, tamaño del parque vehicular, uso de agroquímicos, crecimiento poblacional, percepción de la corrupción y gestión ambiental, entre otras. Sin embargo, los mismos creadores reconocen que aún faltan datos sobre algunas variables muy relevantes. A continuación, se detallarán las fortalezas y debilidades de este tipo de índice.

Fortalezas del Índice:

- ❖ Amplia cobertura de datos: Incluye una gran cantidad de variables ambientales.
- ❖ Base de datos valiosa: Representa un gran logro al recopilar información ambiental nacional fundamental, que puede servir de punto de partida para desarrollar otros indicadores.

- ❖ **Transparencia metodológica:** Al presentar sus bases de datos originales, el índice ofrece una gran claridad sobre cómo se construyó.
- ❖ **Impacto comunicativo:** Como todo índice consolidado, es muy efectivo para comunicar información compleja.
- ❖ **Sin valoración monetaria:** No depende de asignar un valor monetario a lo ambiental, lo que evita añadirle cuestionamientos metodológicos.
- ❖ **Comparabilidad internacional:** Su estandarización permite comparar fácilmente los resultados entre diferentes países, a pesar de posibles sesgos conocidos.

Debilidades del Índice:

- **Ponderación cuestionable:** El otorgar el mismo peso a todas las 64 variables es metodológicamente debatible, un problema común en muchos índices.
- **Problemas de comparabilidad:** La fiabilidad variable de la información ambiental primaria entre países puede dificultar la comparación precisa de los resultados y, en particular, la elaboración de rankings.
- **Varianza temporal en los datos:** La disparidad en la disponibilidad de datos estadísticos (en algunos casos hasta de cuatro años) entre los países considerados afecta la consistencia temporal de los resultados.
- **Complejidad en la aplicación global:** El elevado número de variables puede complicar su aplicación a todos los países del mundo.
- **Falta de integración socioeconómica:** Al ser un indicador puramente ambiental, no refleja ni en su diseño ni en sus resultados las cruciales interconexiones con los procesos económicos y distributivos.
- **Omisión de impactos externos:** No incluye la "importación de espacio ambiental" que realizan las naciones más desarrolladas, es decir, el impacto ambiental generado fuera de sus fronteras debido a su consumo.
- **Falta de sensibilidad local:** Su estandarización internacional impide que el índice capte elementos ambientales fundamentales y específicos de cada localidad (como la desertificación en una región, la contaminación del agua en otra o la contaminación atmosférica en ciertas ciudades).

Índice del Planeta Vivo (World Wildlife Fund International)

Este índice de sostenibilidad ambiental destaca por su aplicación a nivel planetario, lo que lo convierte en una herramienta global única, aunque incluye componentes que pueden analizarse por país. Su

metodología es lo suficientemente flexible como para ser replicada y utilizada a nivel nacional o en macrorregiones.

El Índice Planeta Vivo (LPI) evalúa los cambios en la vitalidad de los ecosistemas naturales del planeta desde 1970. Su enfoque principal está en los bosques, las aguas dulces y los biomas marinos, ya que estas áreas albergan la mayor parte de la biodiversidad de la Tierra.

El Reporte del Planeta Vivo también examina nuestros patrones de consumo a nivel mundial para calcular la Presión Global del Consumo. Esta medida revela la magnitud del impacto que la humanidad ejerce sobre el ambiente natural. Los seres humanos ejercemos presión sobre los bosques, el agua dulce y los ecosistemas marinos al producir y consumir recursos como cereales, pescado, madera y agua, así como al emitir contaminantes como el dióxido de carbono.

El LPI es un índice agregado que primariamente mide la abundancia y se construye agregando tres distintos indicadores:

- Extensión de bosques naturales: El tamaño total de las áreas boscosas naturales en el planeta.
- Biodiversidad de agua dulce: La cantidad y estado de las poblaciones de especies que habitan en cuerpos de agua dulce.
- Salud de especies marinas: El estado de las poblaciones de especies que viven en los océanos y mares.

El producto nacional neto ajustado ambientalmente

La sostenibilidad débil exige que la creación de riqueza se mantenga constante o aumente con el tiempo. Para lograr esto, es fundamental preservar el conjunto de los medios de producción, incluyendo el capital creado por el hombre, el capital natural y el capital humano.

El Producto Nacional Neto (PNN) representa el ingreso total de una economía en un año, una vez restada la depreciación del capital producido por el ser humano. Sin embargo, el PNN ajustado ambientalmente se convierte en una medida efectiva del desarrollo sustentable solo si se cumplen ciertas condiciones: Todos los componentes del PNN actual están correctamente valorados. Esta valoración es precisa también para proyecciones futuras que anticipen la escasez de recursos. Se define y calcula adecuadamente la depreciación del capital natural. Bajo estos criterios, una economía es sustentable si su PNN ajustado ambientalmente no disminuye (Arias, 2006).

Existen diversas propuestas para modificar el PNN, como las resumidas por Hanley (1997) de los trabajos de Hartwick (1990). Estos ajustes se aplican de forma separada según el tipo de recurso o problema ambiental: Recursos no renovables: En este escenario, el ajuste implica restar las rentas de Hotelling (ganancias extraordinarias de la extracción) del PNN en un periodo determinado. Se asume que los insumos y productos se valoran según su precio sombra. El PNN ambiental se calcula como el consumo más la inversión, menos la renta de Hotelling multiplicada por la cantidad de recurso extraído. Este ajuste es, en esencia, la regla de Hartwick. Recursos renovables: Cuando hay un recurso renovable, el ajuste consiste en sumar al PNN la tasa de regeneración de dicho recurso, o restarla si el recurso se está agotando. Contaminación: Si la contaminación afecta a las personas, el PNN debe ajustarse para considerar el malestar que experimentan los afectados y el costo marginal de los esfuerzos para controlar la contaminación por cada unidad controlada.

Sistema de cuentas ambientales y económicas (Propuesta de las Naciones Unidas)

Para integrar los aspectos ambientales en la medición del Producto Interno Bruto (PIB), se ha desarrollado el Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas. Este sistema aborda la contabilidad ambiental de dos maneras principales:

Integración Directa con Cuentas Nacionales: El primer enfoque busca que los sistemas contables nacionales incluyan directamente la valoración de los daños ambientales, los servicios ecosistémicos y las variaciones en las reservas de capital natural. No obstante, esta aproximación enfrenta un desafío importante: muchos bienes ambientales vitales, como los que sustentan la vida, carecen de un valor de mercado y son difíciles de cuantificar indirectamente, lo que los deja fuera de la contabilidad.

Cuentas Satélite Separadas: Dada la dificultad de valorar todos los activos ambientales, el segundo enfoque propone la creación de cuentas ambientales y económicas separadas o "satélites" de las cuentas nacionales tradicionales. Estas cuentas registran los cambios en los recursos naturales sin fusionarlos con la estructura contable habitual. Este método permite evaluar el uso y agotamiento de los recursos, así como estimar los gastos necesarios para la protección ambiental (Arias, 2006).

Reúne cuatro categorías de contabilidad:

- Registro de flujos contaminantes y materiales: Este componente se encarga de documentar, a nivel de industria, cómo se utilizan la energía y los materiales, así como la generación de contaminantes y desechos sólidos.

- Contabilidad de gastos en protección y manejo ambiental: Identifica y cuantifica los costos asumidos por industrias, gobiernos y hogares para proteger el medio ambiente o gestionar los recursos naturales de manera sostenible.
- Valoración de recursos naturales: En estas cuentas se registran las variaciones en las reservas de recursos naturales esenciales, como la tierra, las poblaciones de peces, los bosques, el agua y los minerales.
- Valoraciones de flujos no monetarios y ajustes ambientales: Se refiere a la estimación y ajuste de valores para aquellos flujos que no se transan en el mercado, así como a la creación de agregados económicos que ya incorporan la dimensión ambiental.

El ahorro neto ajustado

El ahorro neto ajustado se calcula comenzando con el ahorro nacional bruto, que es el Ingreso Nacional Bruto menos el consumo público y privado, según la contabilidad nacional estándar. A este ahorro se le aplican cuatro ajustes. Primero, se resta la depreciación del capital creado por el ser humano para obtener el ahorro neto nacional. Después, se suman los gastos en educación al ahorro neto, considerándolos como una inversión en capital humano.

Para finalizar el cálculo, se resta la disminución del valor de los activos ambientales. Esta disminución se debe a su extracción o agotamiento, y se estima basándose en las rentas de los recursos, calculadas como la diferencia entre el precio global y el costo promedio de extraer cada unidad. Por último, se descuentan los daños causados por la contaminación.

Debido a que muchos daños por contaminación son localizados y difíciles de cuantificar con datos específicos de cada lugar, las estimaciones de este índice se han enfocado en incluir solo los daños globales de las emisiones de dióxido de carbono. Una vez realizados todos los ajustes, la interpretación del índice es sencilla: tasas negativas de ahorro neto ajustado indican que el bienestar general está disminuyendo. Por lo tanto, las políticas que resultan en un ahorro neto ajustado persistentemente negativo son consideradas insostenibles.

Indicador de Progreso Genuino

Redefining Progress creó el Indicador de Progreso Genuino (IPG) para ofrecer una forma más precisa de medir tanto la actividad económica como su impacto en la vida de las personas. El IPG, que es una versión mejorada del Índice de Bienestar Económico Sostenible (IBES), es mucho más adecuado que medidas tradicionales como el PIB para evaluar el progreso económico.

Este indicador ajusta la medición al considerar factores como la distribución del ingreso, el valor del trabajo doméstico y voluntario, los costos de la movilidad y la contaminación, y el agotamiento del capital social y natural (Arias, 2006).

Este indicador utiliza como punto de partida las transacciones financieras del PIB que realmente impactan el bienestar, pero va más allá, ajustándolas para incluir aspectos que el PIB tradicional ignora. Toma como base el gasto en consumo personal, corrigiéndolo según la desigualdad en la distribución del ingreso. Además, añade o resta categorías de gasto dependiendo de si estas aumentan o disminuyen el bienestar general de la nación.

El IPG incluye beneficios no monetarios que el PIB no contabiliza. Entre ellos están el valor del trabajo doméstico y voluntario, así como el valor de los servicios que ofrecen los bienes duraderos y la infraestructura como avenidas y calles.

Por otro lado, el IPG resta tres tipos de gastos que no mejoran el bienestar:

- Gastos defensivos: Dinero invertido para mantener el nivel de vida, seguridad o satisfacción, a menudo debido a problemas como el crimen, accidentes o contaminación.
- Costos sociales: Gastos asociados a problemas como el divorcio, la delincuencia o la pérdida de tiempo libre.
- Depreciación ambiental y de recursos naturales: Esto abarca pérdidas de tierras cultivables, humedales, bosques antiguos, la reducción de recursos naturales como los combustibles fósiles, y los efectos nocivos de los residuos y la contaminación..

El sistema de cuentas económicas y ecológicas de México

En 1990, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de México, en colaboración con la División de Estadística de las Naciones Unidas (UNSTAT) y el Ministerio del Medio Ambiente y Urbanismo, desarrolló el Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM). Este fue un proyecto piloto a nivel mundial cuyo objetivo era adaptar el sistema de contabilidad nacional tradicional para incluir variables ambientales (Martínez , 2002).

El primer informe, que abarca de 1985 a 1990, fue la primera serie de datos que introdujo el Producto Interno Neto Ecológico (PINE), y trajo consigo mejoras metodológicas respecto a la versión de 1991. En 1999, el INEGI lanzó una nueva serie estadística que iba de 1988 a 1996 con datos anuales a precios corrientes. Esta serie incluyó información sobre: Producción y formación bruta de capital del

gasto en protección ambiental del sector público, activos económicos, petróleo y gas, recursos forestales y deforestación, recursos hídricos, erosión del suelo, contaminación del suelo, cuerpos de agua y aire.

El SCEEM funciona de manera similar al SCNM, pero con la diferencia de que integra los recursos naturales y el medio ambiente a la economía. Para su creación, el SCEEM se basa en las mismas fórmulas contables que equilibran la producción, el consumo y la acumulación. La elaboración del SCEEM sigue tres enfoques principales:

- 1) Definir un sistema de cuentas económicas y ecológicas de valor final de la producción que incorpore el desgaste y el uso de los activos ambientales.
- 2) Establecer un sistema de matriz de insumo-producto a partir del SCNM que combine unidades de medidas físicas y monetarias con procesos de agotamiento de recursos naturales o bien de deterioro ambiental.
- 3) Establecer un sistema de indicadores ambientales que presenten un balance físico entre acervos ambientales y monetarios para las actividades económicas.

El SCEEM y el ISEW son las herramientas más sofisticadas que existen para evaluar cómo las actividades económicas afectan el medio ambiente. El SCEEM, en particular, ha sido adoptado en las últimas dos décadas por muchos países, incluyendo a México.

El SCEEM tiene la ventaja de medir el crecimiento económico (mediante el PINE) y los costos de la degradación ambiental, basándose en la idea de sustentabilidad débil. No obstante, ha sido difícil encontrar un indicador macroeconómico que evalúe si el crecimiento económico es sustentable o no, como lo ha demostrado la experiencia del SCEEM. Esta dificultad subraya la necesidad de crear nuevas herramientas que ayuden a establecer criterios a largo plazo para las políticas económicas.

Aunque las estimaciones del PINE en México son útiles, aún quedan tareas pendientes para poder aprovecharlas mejor. Las más importantes son:

Cálculo y limitaciones de los Indicadores Económicos Ambientales

- **Producto Interno Neto Ecológico (PINE):** La metodología del PINE asume que los bienes producidos por la economía son sustitutos casi perfectos del capital natural. Esta suposición es problemática porque implica que a medida que se usa más capital natural, la tasa de

sustitución disminuye, lo que no siempre es cierto. Además, calcular el PINE es complicado porque la depreciación del capital (maquinaria y equipo) es difícil de estimar.

- Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM): Al igual que el Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM), el SCEEM tiene la limitación de no incluir la economía informal y la producción para autoconsumo. Esto es especialmente relevante en zonas rurales donde gran parte de la economía no se registra en términos monetarios.

Nuevos conceptos y cuentas para un mejor análisis

- Activos Ambientales y no Producidos: Es crucial ampliar el concepto de activos ambientales para incluir el aumento o la pérdida de biodiversidad y los daños que los desastres naturales causan a los recursos como los bosques. También se debe dar un tratamiento especial al tráfico de especies.
- Capital Humano y Conocimiento Ancestral: A mediano y largo plazo, se debería considerar el concepto de capital humano en términos de conocimientos ancestrales. Este conocimiento ha sido clave para la preservación de recursos naturales como las plantas medicinales.
- Valorización de Activos Naturales: En términos teóricos, se necesita avanzar en los métodos para valorar los recursos naturales. Por ejemplo, aún no se ha definido si para valorar activos como el petróleo, los bosques y el agua se debe seguir usando la tasa de interés del mercado o la tasa de degradación de esos recursos.
- Cuentas Satélite de Turismo: Es importante desarrollar una cuenta satélite específica para el turismo que distinga entre el turismo convencional y el ecoturismo. Esta cuenta debe incluir mecanismos para medir la degradación ambiental en los ecosistemas donde el turismo es una actividad importante.

Costos y gastos adicionales por incluir

- Costos de la Contaminación: El análisis debe incorporar los costos económicos de la contaminación atmosférica, como los gastos en pensiones y seguros de salud, así como los daños a la propiedad, la pérdida de capacidad productiva y los daños intangibles y no cuantificables de los desastres naturales.
- Inversión Ambiental: Aunque el SCEEM incluye los gastos ambientales, como los de la protección de áreas naturales, es necesario distinguir entre la inversión ambiental bruta y neta. Esto permitiría evaluar si la inversión ha mejorado el inventario natural o simplemente ha frenado su deterioro.

- Biodiversidad como Activo: Para la estimación de la acumulación neta de activos ambientales, es fundamental definir si las especies que habitan en los ecosistemas deben considerarse como activos. Si se hace, no bastará con medir su tasa de crecimiento o decrecimiento para evaluar su desarrollo y valor futuro.

Huella ecológica

La huella ecológica (HE) mide el impacto de nuestras vidas en la naturaleza. Se enfoca en cuánto terreno necesitamos para producir los recursos que usamos y para manejar los desechos que generamos. A diferencia de la huella de carbono, que solo mide las emisiones de CO₂, la huella ecológica es más completa y se mide en hectáreas por persona.

En esencia, la HE es un indicador que nos muestra el área de tierra y agua productivas (como pastos, bosques y cultivos) que se requiere para sostener nuestro estilo de vida. Aunque calcularla es complicado, existen métodos que estiman esta huella al analizar los recursos que consumimos y los residuos que producimos (Martínez et al, 2022).

El bienestar de las personas en un lugar depende de los bienes y servicios que la naturaleza puede ofrecerles. Para asegurar la sustentabilidad ambiental, es crucial saber qué necesita una población y qué tan bien el territorio puede satisfacer esas necesidades. La EE nos ayuda a determinar si un territorio tiene un déficit ambiental al calcular su HE (Tobasura, 2008).

La HE es un indicador de sostenibilidad que nos ayuda a identificar y evaluar el impacto ambiental de personas, comunidades o países. Creado en la Universidad de Columbia Británica por Mathis Wackernagel y William Rees, la HE se define como el área de terreno y agua productivos que se necesita para generar los recursos que consumimos y para absorber los desechos que producimos (Madrid, 2015).

El concepto de HE aunque discutido previamente, fue formalmente nombrado en 1992 en el artículo "Ecological Footprints and Appropriated Carrying Capacity". Posteriormente, Wackernagel y Rees (1996), en su obra "Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth", la definieron como la cantidad de suelo bioproductivo terrestre que una ciudad o población específica necesita para sostener su consumo y procesar sus residuos, independientemente de su ubicación geográfica (Higueras, 2009). De esta definición se desprenden varios factores clave que componen la Huella Ecológica:

1. Huella de cultivos
2. Huella de tierras ganaderas
3. Huella forestal (madera y derivados)
4. Huella forestal (biomasa)
5. Huella de pesca
6. Huella de carbono (o energética)
7. Huella nuclear
8. Huella de tierra construida

A diferencia del concepto biológico de capacidad de carga (que mide cuántos individuos puede sostener un hábitat con sus recursos), la HE es más compleja. En lugar de evaluar los límites de un ecosistema, mide el impacto de nuestras actividades. La realidad es que, debido a nuestro estilo de vida e industrialización, el impacto humano ha superado con creces lo que la naturaleza puede procesar.

En 1996, la HE de un estadounidense era de 9.6 hectáreas, la de un español de 3.8 y la de un etíope de solo 0.7 hectáreas. El planeta tiene 12,600 millones de hectáreas productivas (tanto en tierra como en el mar). Sin embargo, debemos reservar al menos el 10% de esta área para otros seres vivos, lo que nos deja 11,340 millones de hectáreas para el uso de la humanidad. Si se dividiera este espacio entre todas las personas, a cada una le correspondería aproximadamente 1.7 hectáreas. Esto incluye 0.25 hectáreas para agricultura, 0.6 para pastos, 0.6 para bosques y el resto para otras zonas urbanizadas o transformadas (Martínez, 2007).

Actualmente, la presión que ejercemos sobre el planeta es un 35% mayor de lo que la naturaleza puede soportar. El análisis de la HE nos ayuda a ver, de manera clara y con datos, cómo nuestros estilos de vida están directamente relacionados con los problemas ambientales. Para lograr un futuro sustentable, necesitamos herramientas modernas y confiables, como la HE, que utiliza las últimas tecnologías para recolectar datos y transformar la sustentabilidad de una idea abstracta en metas concretas.

Los cálculos de la HE más confiables son los que se hacen a nivel de país. Para obtenerlos, se toman en cuenta todos los recursos que una nación consume y los desechos que produce. El consumo se determina sumando la producción nacional y las importaciones, y luego restando las exportaciones.

Para calcular la HE promedio por persona, simplemente se divide la huella total del país entre el número de habitantes. La HE analiza los patrones de consumo de recursos y la producción de residuos de una población, y los traduce en el área de tierra biológicamente productiva que se necesita para sostenerlos.

Si usamos la HE para medir lo que los humanos exigimos a la naturaleza, podemos compararlo con la capacidad biológica (lo que la naturaleza puede ofrecer). Cuando nuestras demandas superan lo que el planeta puede darnos, estamos consumiendo el capital natural, que es esencial para las generaciones presentes y futuras. A este fenómeno se le conoce como déficit ecológico o sobrecarga ecológica global.

A pesar de que la HE es un indicador de sustentabilidad complejo, se pueden identificar las siguientes aportaciones en la medida de sustentabilidad:

- 1- El cálculo de la HE se basa en la idea de que la economía no debe exceder los límites de la biósfera. La capacidad de carga del planeta, un concepto también conocido como escala de la economía, representa el tope de recursos que la Tierra puede proveer y regenerar. Si este límite se sobrepasa, entramos en un estado de sobreexplotación, donde no se pueden satisfacer las necesidades de bienes naturales y servicios ambientales (Wackernagel, 2001 y Daly, 1991).
- 2- La HE es un indicador simple y fácil de entender, lo que permite comparar el impacto ambiental entre diferentes situaciones o países. Su principal fortaleza es que crea conciencia sobre cómo todas nuestras acciones impactan el medio ambiente. Este indicador muestra que la humanidad consume más de lo que el planeta puede regenerar, y que los países ricos, en particular, tienen una huella mucho mayor a la que sus propios recursos podrían soportar. Esto es posible gracias al comercio con países en desarrollo, lo que genera problemas de desigualdad y explotación.
- 3- Esta medida requiere muy pocos datos, y todos son de acceso público. La información necesaria se puede encontrar en las publicaciones de la ONU y en las oficinas de estadísticas de cada país.

Una vez que se calcula la HE se compara con la tierra productiva disponible. Si el consumo de una comunidad supera su capacidad territorial, existe un déficit ecológico. Esto significa que están consumiendo más recursos de los que tienen. En términos globales, la humanidad ya está sobrepasando la capacidad de la Tierra para regenerarse. Como ejemplo, si todo el mundo consumiera

al nivel de un estadounidense promedio, se necesitarían al menos tres planetas para satisfacer esa demanda.

El cálculo de la huella ecológica se fundamenta en dos hechos:

1. Se puede medir la mayoría de los recursos que consumimos y los desechos que generamos.
2. Este consumo y generación de desecho, pueden traducirse a las respectivas áreas de tierra que cuentan con productividad biológica promedio mundial.

La HE simplifica el análisis de la sustentabilidad usando los datos científicos más confiables. De esta manera, tanto la gente común como los gobiernos y los analistas pueden entender y medir el impacto que el uso de los recursos naturales tiene en la economía, el medio ambiente y la seguridad.

Para calcular este indicador, se evalúan seis actividades humanas diferentes, pero que no se superponen entre sí. Todas estas actividades requieren de tierra productiva, y son muy similares a las mencionadas previamente por Higuera (2009) y Massa (2017).

- ❖ Tierra de cultivo: Zonas agrícolas usadas para cultivar alimentos para personas y animales.
- ❖ Tierra de pastoreo: Terrenos destinados a la cría de ganado. Su capacidad para producir biomasa es menor que la de otros ecosistemas.
- ❖ Tierras forestales: Bosques o plantaciones de donde se obtienen madera y sus derivados.
- ❖ Tierras de absorción de carbono: Áreas de bosques o reservas naturales dedicadas a capturar los gases de efecto invernadero (especialmente el CO₂) emitidos por los combustibles fósiles.
- ❖ Zona de pesca: Áreas marinas utilizadas para la producción de peces y otros productos marinos.
- ❖ Suelo urbanizado: Terreno ocupado por infraestructura humana, como viviendas, calles, fábricas y otros edificios.

La HE de una región o país crece a medida que aumenta su consumo de recursos naturales y su generación de residuos. Esto incluye tanto el uso de recursos como la biodiversidad, los recursos renovables y no renovables, como la necesidad de áreas para absorber la contaminación (por ejemplo, bosques que capten el dióxido de carbono o vertederos para la basura). Si toda la población mundial consumiera recursos y produjera desechos al mismo ritmo que las economías más desarrolladas, se necesitarían al menos cinco o seis planetas como la Tierra para cubrir esa demanda (Martín, 2004).

Todos los seres vivos necesitan recursos como alimento, energía y agua. En el caso de los humanos, nuestro estilo de vida determina la cantidad que consumimos. Por ejemplo, en las ciudades, la gente suele desperdiciar agua, usar muchos aparatos eléctricos, consumir productos importados, viajar en coche o avión, y generar muchos residuos. Este alto consumo reduce los recursos naturales del planeta y afecta ecosistemas vitales como bosques, desiertos y océanos. La HE mide precisamente el impacto que una persona, ciudad o país tiene sobre la Tierra, calculando la superficie necesaria tanto para satisfacer lo que consumen como para absorber los residuos que producen (Castillo, 2007).

Por ejemplo, las personas que viven en zonas rurales suelen tener una HE menor. Esto se debe a que consumen menos agua y electricidad, comen lo que cultivan, usan medios de transporte como caminar o montar a caballo, y generan menos basura y residuos plásticos.

En la tabla siguiente se puede observar la huella de los distintos países en relación con el número de habitantes, poniendo de manifiesto las cantidades totales que implica.

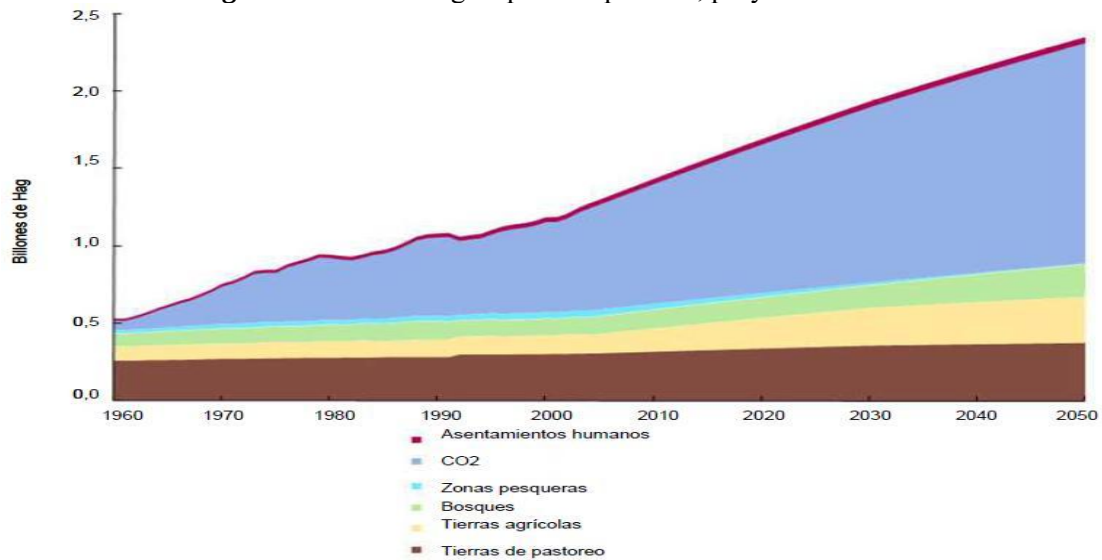
Tabla 8. Huellas ecológicas de diversos países del mundo.

País	Población (Millones de personas)	Huella Ecológica	Capacida d de carga	Déficit
Estados Unidos	271.6	12.5	5.5	7
Dinamarca	5.2	10.3	5.6	4.7
Noruega	4.3	9.2	5.9	3.3
Canadá	29.9	8.7	11	-2.3
Finlandia	5.1	8.2	9.6	-1.4
Francia	58.5	7.3	4.1	3.2
Inglaterra	58.4	6.3	1.7	4.6
España	39.7	5.5	2.3	3.2
Chile	14.6	3.6	2	1.6
México	94.3	3.1	1.6	1.5
Brasil	163.1	2.2	10.9	-8.7
India	960.2	0.7	0.7	0
Bangladesh	122	0.6	0.3	0.3

Fuente: Martínez et al (2022).

Las actividades humanas comenzaron a superar la capacidad de la Tierra para regenerar recursos a principios de la década de los 80, y esta sobreexplotación ha continuado creciendo. Para 2005, la demanda de recursos era un 30% mayor que lo que el planeta podía ofrecer. A diferencia de 1961, cuando la mayoría de los países podían satisfacer sus propias necesidades, en 2005 muchos tuvieron que recurrir a la importación de recursos y a usar la atmósfera global como un vertedero para sus emisiones de carbono y otros gases contaminantes (Schneider, 2009). Esta situación se ilustra con mayor detalle en la imagen que sigue.

Imagen 3. Huella ecológica por componente, proyectado a 2050.



Fuente. Schneider (2009).

El sector agrícola es uno de los principales contribuyentes al cambio climático, y representa del 10 al 12% de las emisiones antropogénicas de GEI a nivel mundial.

La FAO (2012), señala que la agricultura mundial se enfrenta al desafío de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), que aumentan debido al uso excesivo de insumos agrícolas. La producción y el consumo de alimentos son una causa importante de la degradación ambiental. Específicamente, el sector agrícola consume hasta el 30% del agua a nivel mundial, lo que demuestra la urgencia de preservar este recurso (Franco, 2022).

La HE se mide en hectáreas globales, representando la superficie del planeta necesaria para absorber el impacto de nuestras actividades diarias. Este indicador, según Sánchez (2021), revela la desigualdad entre países ricos y pobres, una brecha que ha sido acentuada por el crecimiento poblacional y el consumo promedio por persona.

La huella entrópica (HE) es una herramienta clave para entender cómo los sistemas económicos afectan el medio ambiente. Toda actividad económica inevitablemente aumenta el deterioro entrópico del planeta, un proceso que solo se contrarresta gracias a la energía solar y la fotosíntesis. A nivel global y nacional, la HE se usa comúnmente como un indicador de sustentabilidad (Pérez, 2015).

A continuación, se detallan las entradas de materiales que se utilizan por cada unidad de servicio, enfocándose en cómo la economía usa y gestiona los recursos.

Medición de Recursos: Se miden las toneladas de materiales que se usan para crear los servicios de la economía. El objetivo es ver si la economía se está volviendo más o menos dependiente de los materiales físicos (materialización o desmaterialización).

Relación de Consumo: Se analiza la cantidad de recursos naturales que un producto consume durante toda su vida útil, desde su fabricación hasta su uso, y se compara con los servicios que ese producto ofrece.

Tipos de Materias Primas. Los materiales se clasifican en las siguientes categorías:

- Abióticas: Son recursos no vivos, como minerales, combustibles fósiles y escombros.
- Bióticas: Son recursos vivos, como la madera, los productos agrícolas y los residuos de plantas.
- Suelos: Se incluyen los suelos que han sido removidos durante algún proceso.
- Agua y Aire: Se consideran el agua y el aire que se han alterado o transformado.

El Análisis de Flujo de Materiales y Energía (MEFA) es una herramienta que se utiliza para rastrear cómo los materiales y la energía se mueven a través de la economía.

- Orígenes (1960s-1970s): Los pioneros de esta idea, Ayres y Kneese, sentaron las bases al desarrollar el concepto de balances de materiales.
- Renacimiento (1990s): El concepto se reinventó en países como Japón, Austria y Alemania, impulsado por el interés en el desarrollo sostenible y la ecología industrial.

La evolución del MEFA ha pasado por varias etapas importantes que lo han consolidado como una herramienta de contabilidad ambiental.

Publicaciones Fundamentales:

- Las bases materiales de las economías industriales (WRI, 1997): Un estudio inicial que sentó las bases para el análisis.
- El peso de las naciones (WRI, 2000): Un informe influyente que destacó la importancia de medir los flujos de materiales.

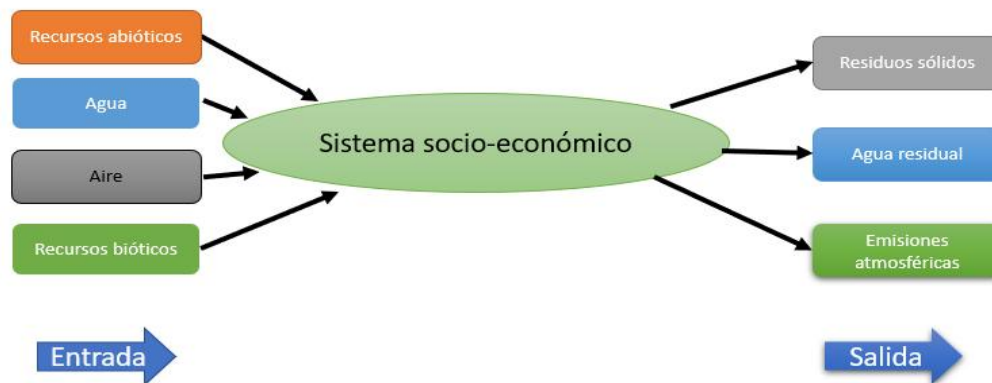
Estandarización:

- Armonización Metodológica (Eurostat, 2001 y 2007): Se crearon métodos estandarizados para que los países pudieran medir los flujos de la misma manera.

- Herramienta de Contabilidad Ambiental (Eurostat, 2002): El MEFA fue oficialmente incorporado como una herramienta de contabilidad ambiental en las estadísticas gubernamentales.
- Guía Práctica: Contabilidad de flujo de materiales: una guía compilada (H. Weisz, 2007) sirvió para unificar y guiar la aplicación de esta metodología.

A continuación se presenta una imagen de la metodología de análisis de flujo de materiales.

Imagen 4. Metodología, análisis de flujo de materiales.



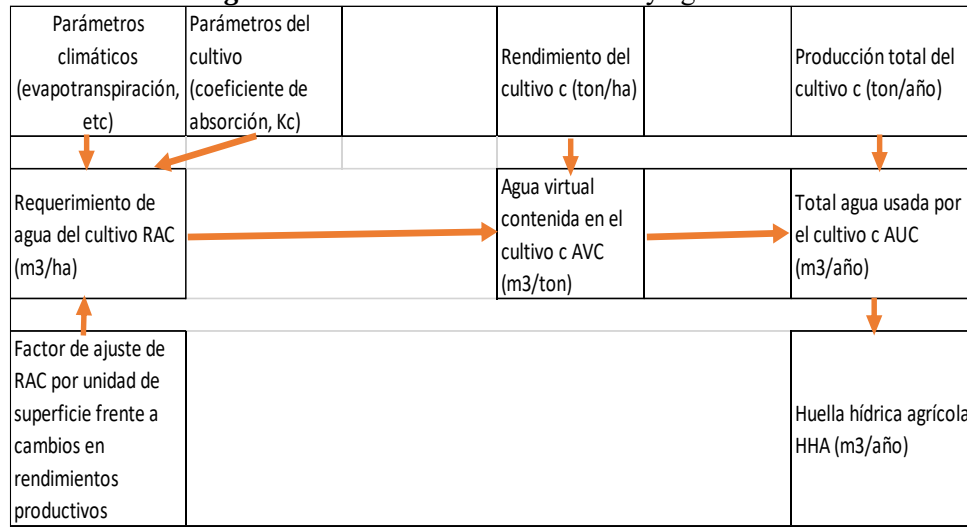
Fuente: Elaboración propia con base en Eurostat (2022).

Huella hídrica y agua virtual

- La huella hídrica es un concepto que se basa en la idea de la HE.
- La HE de una población mide la cantidad de tierra productiva y de agua que se necesitan para producir los recursos que consumen y para absorber los desechos que generan. En pocas palabras, muestra el espacio biológico necesario para mantener el estilo de vida de una persona o un grupo.
- Por su parte, la huella hídrica se enfoca específicamente en el agua, calculando la cantidad de agua que una población consume anualmente para mantener su nivel de vida.

A continuación, se muestra una imagen que ilustra las estimaciones de la Huella Hídrica y el Agua Virtual, basadas en los trabajos de Chapagain y Hoekstra (2004).

Imagen 5. Estimación de huella hídrica y agua virtual.



Fuente: Elaboración propia con base en Chapagain y Hoekstra (2004).

Balances energéticos de la actividad económica

1. Estimación del output energético en Joules o calorías
2. Estimación del input energético en Joules o calorías
3. Balance energético Output-Input en Joules o calorías

La Eficiencia Energética se define como el conjunto de medidas que permiten usar menos energía para producir los mismos bienes y servicios. El objetivo es reducir el consumo de energía de manera rentable, manteniendo o incluso mejorando la calidad de lo que se ofrece (LTE, 2015).

Los indicadores de eficiencia energética son herramientas que se usan para entender cómo la actividad económica y humana, el uso de energía y las emisiones de CO₂ se relacionan entre sí (IEA, 2014). Para que su medición sea más fácil, estos indicadores se dividen por sectores, como el residencial, el de servicios, el industrial, el de transporte y el agropecuario (CONUEE, 2022).

Indicadores Principales de Eficiencia Energética

- **Intensidad Energética:** Este indicador mide cuánta energía se necesita para generar una unidad de producción económica, como el PIB. En términos sencillos, muestra la cantidad de energía que se consume para crear riqueza.
- **Consumo Energético:** Este indicador es más específico y se refiere a la energía que se gasta en una actividad o un producto en particular. Por ejemplo, se puede medir el consumo de energía de los electrodomésticos, de la calefacción o de los sistemas de aire acondicionado.

Índice de Desarrollo Humano Ajustado por las Presiones Planetarias (IDPH)

En 1990, el Informe sobre Desarrollo Humano se atrevió a cuestionar la idea de que el crecimiento económico era la única forma de medir el progreso de un país. En ese momento, el mundo estaba marcado por la Guerra Fría, el internet era una novedad y casi nadie se preocupaba por el cambio climático. Como respuesta a esta situación, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) propuso una nueva forma de evaluar a las naciones, más allá del Producto Interno Bruto (PIB). Su enfoque era clasificar a los países basándose en la libertad y las oportunidades que tenían sus ciudadanos para vivir una vida plena y con valor.

Treinta años después, el mundo ha cambiado drásticamente, pero la esperanza de un futuro mejor sigue viva. El informe *La próxima frontera: el desarrollo humano y el Antropoceno* nos reta a tomar una decisión crucial. Nos presenta una nueva perspectiva que nos invita a reflexionar y actuar frente a la creciente pobreza, la desigualdad y la crisis climática que amenaza nuestro planeta. Para impulsar este debate, el PNUD ha creado un Índice de Desarrollo Humano (IDH) experimental, ajustado por las presiones planetarias. Este nuevo índice busca abrir la conversación sobre el camino que cada país debe seguir en el futuro, una senda que aún está por explorarse (PNUD, 2021).

El informe examina los distintos caminos que las sociedades pueden seguir para tomar decisiones, pero su principal aporte es una visión del DH. Con esta perspectiva, busca eliminar los mayores obstáculos para la prosperidad de las personas y reducir la presión sobre el planeta. Además, el estudio busca entender por qué las soluciones que se proponen a menudo no se implementan por completo, o por qué, cuando se aplican, no logran generar un cambio significativo.

El enfoque de DH podría ayudarnos a superar la inacción frente al alarmante cambio climático. Sin embargo, no podemos asumir que un mayor DH se traducirá automáticamente en menos presión sobre el planeta. De hecho, los datos históricos del IDH demuestran lo contrario: los países con los niveles más altos de desarrollo suelen ser los que ejercen mayor presión sobre el planeta.

No se trata de elegir entre el bienestar humano y la naturaleza, ni de rechazar los mercados porque a veces fallan. La clave está en combinar diferentes estrategias de manera armoniosa: usar normas, valores, incentivos y regulaciones, junto con la naturaleza misma, para aumentar las libertades de las personas y, al mismo tiempo, aliviar la presión sobre el planeta.

El informe explica cómo los incentivos y las regulaciones pueden cambiar para reducir las presiones sobre el planeta y guiar a las sociedades hacia los cambios necesarios para promover el DH en el Antropoceno.

El documento analiza tres áreas donde los incentivos pueden ser influyentes:

- **Financiación:** Se examinan los incentivos dentro de las empresas financieras y el papel de las autoridades reguladoras que las supervisan.
- **Precios:** Se destaca que los precios rara vez incluyen todos los costos sociales y ambientales, lo que genera un comportamiento distorsionado en el mercado.
- **Acción colectiva:** Se exploran los incentivos para fomentar la cooperación, incluso a nivel global.

El informe concluye que el DH basado en la naturaleza ayuda a enfrentar tres desafíos clave del Antropoceno de manera simultánea: combatir y adaptarse al cambio climático, proteger la biodiversidad y garantizar el bienestar para todas las personas.

Índice de ciudades sostenibles

La Corporate Knights (CKCEAF) publica un índice cuantitativo basado en indicadores para evaluar el desempeño sostenible de las ciudades globales. El índice se enfoca en los aspectos ambientales de la sustentabilidad y recientemente introdujo un factor de ajuste socioeconómico de CKCEAF para tener en cuenta las diferencias socioeconómicas que impactan la sustentabilidad de los factores ambientales (Ralph, 2023).

Para ello, se han aplicado los siguientes principios de diseño en el desarrollo de los índices:

Relevancia: El índice y la clasificación pretenden ser representativos de las ciudades sostenibles en el contexto actual.

Transparencia: Los resultados del proceso de divulgan en su totalidad.

Objetividad: Las ciudades se evalúan utilizando datos cuantitativos e indicadores de desempeño.

Datos públicos: La clasificación se basa principalmente en puntos de datos que son de dominio público y en su mayoría muy accesible desde base de datos gratuitos.

Comparabilidad: Las ciudades se comparan con los mismos indicadores.

Compromiso: Las ciudades seleccionadas para el ranking fueron informadas antes de la publicación e invitados a revisar los datos.

Partes interesadas: Se solicita activamente la retroalimentación de las partes interesadas a lo largo del proyecto.

Los indicadores que se considera para la medición de las ciudades sustentables son los siguientes:

1. Emisiones de alcance
2. Emisiones basadas en el consumo
3. Contaminación del aire por partículas
4. Espacio público abierto
5. Acceso al agua
6. Consumo de agua
7. Eficiencia en infraestructura vial
8. Transporte sostenible
9. Dependencia del vehículo
10. Residuos sólidos generados
11. Resiliencia al cambio climático
12. Políticas de energía renovable

Ecuación IPAT

La ecuación IPAT, creada por Ehrlich y Holdren en 1971, es una fórmula que muestra el impacto ambiental (I) como resultado de tres factores: la Población (P), el consumo por persona (A) y la tecnología contaminante (T). En términos simples, mientras más personas, más consumo y una tecnología más dañina, mayor será el impacto negativo en el medio ambiente.

$$I = P \times A \times T \dots\dots\dots 1$$

Son varios los autores que han propuesto distintas versiones sobre ella, como es el caso de Commoner (1972), Dietz y Rosa (1972), Schulze (2002), Roca (2002) y York et al, (2003). Commoner (1972) reinterpretó el modelo en términos de contaminación:

$$\text{Pollution} = \text{population} \times \frac{\text{goods}}{\text{Population}} \times \frac{\text{pollutants}}{\text{goods}} \dots\dots\dots 2$$

En este modelo, la contaminación se basa en tres elementos: la población total, la cantidad de productos que consume cada persona y la contaminación que se produce por cada producto.

Factores Adicionales en el Modelo de Contaminación: Schulze (2002), propuso una variación del modelo $I = PAT$, sugiriendo la fórmula $I = PBAT$, donde la B se refiere a los patrones de comportamiento. La inclusión de este factor reconoce que la forma en que las personas actúan es

clave para el impacto ambiental. Por otro lado, Roca (2002), señaló lo complicado que es medir este nuevo factor y planteó otra versión del modelo IPAT. En su propuesta, el impacto ambiental se explica por cuatro variables:

- Población: el número total de habitantes.
- PIB per cápita: la producción económica por persona.
- Estructura de la demanda agregada: se relaciona con el estilo de vida y el tipo de consumo.
- Coeficientes de emisión: que indican el nivel de desarrollo de la tecnología en cuanto a emisiones..

En este mismo sentido Dietz y Rosa (1997), crearon una versión del modelo IPAT llamada STIRPAT (Impactos Estocásticos por Regresión sobre Población, Abundancia y Tecnología). Este modelo es una versión estadística de la ecuación original y utiliza variables que representan la población, la riqueza y el nivel de tecnología para analizar el impacto ambiental.

$$I_i = \alpha P_i^b A_i^c T_i^d e_i \dots\dots\dots 3$$

Los autores describieron su modelo con las variables I, P, A y T, que ya se habían definido previamente. Además, incluyeron los parámetros a, b, c y d que deben calcularse, y la letra e para representar las variaciones aleatorias. Más adelante, junto con Richard York, los mismos autores ajustaron su modelo. Añadieron nuevas variables para explicar mejor el impacto ambiental y usaron el concepto de elasticidad ecológica. Esta elasticidad les sirvió para medir cómo otros factores, además de los ya mencionados, influyen en las emisiones de CO2 y en la huella energética (York et al., 2003).

El modelo STIRPAT ha servido como base para varios estudios recientes. Por ejemplo, Liddle (2011), lo utilizó para analizar cómo el consumo de energía del transporte y los hogares se ve afectado por la edad de las personas. Más tarde, Liddle (2014), expandió la fórmula básica de STIRPAT para incluir datos sobre la demografía, el tamaño de las familias, el nivel de urbanización y la densidad de población. De manera similar, Zhao et al. (2014) aplicaron este modelo para identificar los principales impulsores de los cambios en la agricultura de China durante la primera década del siglo XXI. Asimismo, Wenhui y Da Costa (2014), combinaron la ecuación STIRPAT con el índice de Gini para estudiar la relación entre la desigualdad en el PIB per cápita y las emisiones de CO2 en la Unión Europea.

Índice de Desempeño Ambiental

El Índice de Desempeño Ambiental (EPI) de 2022 es una herramienta que analiza la situación de la sustentabilidad a nivel mundial. Para hacerlo, evalúa a 180 países basándose en 40 indicadores de 11 categorías. Estas categorías incluyen temas como el cambio climático, la salud de las personas y la vitalidad de los ecosistemas. Básicamente, el EPI mide qué tan cerca están los países de alcanzar sus metas ambientales. Funciona como un tablero que identifica a los países con mejor y peor desempeño ecológico, ofreciendo una guía para aquellos que buscan mejorar y avanzar hacia un futuro más sustentable.

El PAI, o Índice de Desempeño Ambiental, es una herramienta muy útil para detectar problemas y oportunidades. Sirve para definir metas, monitorear el progreso y reconocer las mejores estrategias. Gracias a sus datos y análisis, los gobiernos pueden mejorar sus políticas, comunicarse mejor con los grupos importantes e invertir de forma más eficiente en el medio ambiente. Es también una herramienta política que ayuda a los países a alcanzar las metas de desarrollo sustentable de las Naciones Unidas y avanzar hacia un futuro más sustentable.

El ranking del EPI muestra qué países están gestionando mejor sus desafíos ecológicos. Sin embargo, para los encargados de tomar decisiones, el verdadero valor no está solo en la puntuación general. Analizar los datos a fondo, por categorías temáticas, metas específicas y en comparación con otros países, les permite entender qué factores influyen en el avance ambiental y, de esta forma, pueden crear políticas más efectivas.

2.6. Indicadores de Desarrollo Sustentable en México

En el año 2000, el INEGI publicó un informe llamado Indicadores de Desarrollo Sustentable en México. Este documento, el único de su tipo, tenía la meta de ofrecer datos sobre sustentabilidad tanto a expertos como al público en general. La idea era que esta información sirviera de base para crear o mejorar las políticas públicas relacionadas con el desarrollo sustentable.

En dicho informe se mencionó que con el diseño y publicación se demuestra el compromiso de México de diseñar y/o mejorar los indicadores de sustentabilidad existente. Pero, en el mismo documento se reconoció que hubo temas que los indicadores publicados no lograron considerar, tales como: Sistema de Información Ambiental, Marco de Regulación Ambiental, Ordenamiento Ecológico del Territorio Nacional, Evaluación del Impacto Ambiental, autorregulación y Auditoría Ambiental, Instrumentos económicos para el fomento del desarrollo sustentable y Educación ambiental.

En el año 2000, se identificaron áreas de oportunidad para mejorar el desarrollo sustentable. Se sugirió enfocarse en los siguientes puntos: Implementar tecnologías más limpias en la industria, minimizar la cantidad de residuos peligrosos, producir combustibles menos contaminantes, modernizar el transporte público y privado, coordinar los sistemas de transporte, armonizar las políticas de diferentes sectores para promover el desarrollo sustentable.

Para el caso de diseño de nuevas propuestas de indicadores se mencionaron las siguientes opciones de áreas que se podría explorar: Salud y Seguridad Social, Alimentación y nutrición, Ciencia y tecnología, Hogares y familias, Desarrollo urbano y metropolitano, Gasto e inversión ambiental pública y privada.

Sin embargo, es muy importante mencionar que esta publicación fue de una sola edición, es decir, ya no se continuó realizando la publicación, a pesar que en su momento se tuvo la intención que fuera un documento de publicación anual.

A continuación, enumero los 134 indicadores que se publicaron en este documento (INEGI, 2000), cabe mencionar que fueron clasificados en cuatro principales categorías: Categoría social, Categoría Económica, Categoría Ambiental y Categoría Institucional.

Tabla 9. Indicadores de Desarrollo Sustentable en México.

Social	
1	Tasa de desempleo
2	Índice general de pobreza
3	Índice del grado de pobreza
4	Índice del grado de pobreza al cuadrado
5	Índice de Gini sobre desigualdad del ingreso
6	Relación entre los salarios medios de los hombre y las mujeres
7	Tasa de crecimiento de la población
8	Tasa de migración neta por lugar de residencia
9	Tasa de fecundidad total
10	Densidad de población
11	Tasa de cambio de la población en edad escolar
12	Tasa bruta de matrícula escolar en primaria
13	Tasa neta de matrícula escolar en primaria
14	Tasa bruta de matrícula escolar en secundaria
15	Tasa neta de matrícula escolar en secundaria
16	Tasa de alfabetización de adultos
17	Niños que alcanzan el quinto grado de educación primaria
18	Esperanza de vida escolar
19	Diferencia entre matrícula escolar masculina y femenina
20	Mujeres por cada 100 hombres en la fuerza de trabajo
21	Porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) destinado a educación
22	Sanearamiento básico: Porcentaje de población que dispone de instalaciones adecuadas para la eliminación de excreta
23	Acceso seguro a agua potable
24	Esperanza de vida al nacer
25	Peso suficiente al nacer
26	Tasa de mortalidad infantil (TMI)
27	Tasa de mortalidad materna (TMM)
28	Estado nutricional de los niños respecto a los niveles nacionales
29	Porcentaje de la población infantil que ha sido inmunizada acorde con las políticas nacionales de vacunación
30	Tasa de utilización de métodos anticonceptivos
31	Proporción de químicos potencialmente peligrosos monitoreados en los alimentos
32	Gasto nacional en servicios locales de salud
33	Gasto total en salud respecto al Producto Interno Bruto (PIB)
34	Tasa de crecimiento de la población urbana
35	Consumo de combustible fósil por habitante en vehículos de motor
36	Pérdidas humanas y económicas debidas a desastres naturales
37	Porcentaje de población que vive en zonas urbanas
38	Área y población de asentamientos urbanos formales e informales
39	Área habitable por persona
40	Precio de vivienda en proporción al ingreso
41	Gasto en infraestructura por habitante

Económica	
42	Producto Interno Bruto por habitante
43	Participación de la inversión neta en el PIB
44	Suma de exportaciones e importaciones en proporción al PIB
45	Producto Interno Neto ajustado ambientalmente por habitante
46	Participación de las manufacturas en la exportación total de mercancías
47	Consumo anual de energía por habitante
48	Participación de las industrias intensivas en recursos naturales no renovables en el valor agregado manufacturero
49	Reservas minerales probadas
50	Reservas probadas de fuentes energéticas fósiles
51	Duración de las reservas probadas de energía
52	Intensidad de uso de materiales
53	Participación del valor agregado manufacturero en el PIB
54	Participación del consumo de recursos energéticos renovables
55	Transferencia neta de recursos / Producto Interno Bruto (PIB)
56	Total de la asistencia oficial para el desarrollo (AOD), dada o recibida, como porcentaje del PIB
57	Deuda / PIB
58	Servicio de la deuda externa respecto a las exportaciones
59	Gasto en protección ambiental como proporción del P
60	Cantidad de financiamiento nuevo o adicional para el desarrollo sustentable
61	Importación de bienes de capital
62	Inversión extranjera directa
63	Participación de bienes de capital ambientalmente limpios en la importación total de bienes de capital
64	Ayuda a la cooperación técnica

Ambiental	
65	Extracción anual de agua subterránea y superficial
66	Consumo doméstico de agua por habitante
67	Reservas de aguas subterráneas
68	Concentración de coliformes fecales en agua dulce
69	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en cuerpos de agua
70	Tratamiento de aguas residuales
71	Densidad de las redes hidrológicas
72	Crecimiento de población en áreas costeras
73	Descargas de petróleo en aguas costeras
74	Descargas de nitrógeno y fósforo en aguas costeras
75	Rendimiento máximo sustentable de las pesquerías
76	Índice de algas
77	Cambios en el uso del suelo
78	Cambios en la condición de las tierras
79	Administración descentralizada de los recursos naturales a nivel local
80	Población que vive por debajo de la línea de pobreza en tierras áridas
81	Índice nacional de precipitación pluvial mensual
82	Índice de vegetación obtenido de imágenes de satélite
83	Tierras afectadas por la desertificación
84	Cambio de la población de áreas montañosas
85	Uso sustentable de los recursos naturales en las áreas montañosas
86	Bienestar de poblaciones de áreas montañosas
87	Uso de pesticidas agrícolas
88	Uso de fertilizantes
89	Tierra de regadío como porcentaje de tierras cultivables
90	Uso de energía en la agricultura
91	Tierra cultivable por habitante
92	Superficie de tierra afectada por salinización y anegamiento
93	Educación agrícola
94	Intensidad de la producción de madera
95	Variación de la superficie de bosques
96	Proporción de la superficie forestal administrada
97	Proporción de la superficie forestal protegida respecto a la superficie forestal total
98	Especies amenazadas respecto al total de especies nativas
99	Superficie protegida como porcentaje de la superficie total
100	Gasto en investigación y desarrollo en biotecnología
101	Existencia de regulaciones o lineamientos de bioseguridad
102	Emisiones de gases de efecto invernadero
103	Emisiones de óxidos de azufre
104	Emisiones de óxidos de nitrógeno
105	Consumo de sustancias que agotan la capa de ozono
106	Concentración de contaminantes en zonas urbanas
107	Gasto sobre abatimiento de la contaminación atmosférica
108	Generación de desechos sólidos industriales y municipales
109	Eliminación de desechos domésticos por habitante
110	Gasto en manejo de desechos
111	Reciclado y reutilización de desechos
112	Eliminación de desechos municipales
113	Intoxicaciones agudas por productos químicos
114	Productos químicos prohibidos o rigurosamente restringidos
115	Generación de desechos peligrosos
116	Importación y exportación de desechos peligrosos
117	Superficie de suelos contaminados con desechos peligrosos
118	Gasto en tratamiento de desechos peligrosos
119	Generación de desechos radiactivos

Institucional	
120	Estrategias de desarrollo sustentable
121	Programa de Cuentas Económicas y Ecológicas Integradas
122	Evaluación por mandato legal del impacto ambiental
123	Consejos nacionales para el desarrollo sustentable
124	Potencial de científicos e ingenieros por millón de habitantes
125	Científicos e ingenieros empleados en investigación y desarrollo experimental por millón de habitantes
126	Gasto en investigación y desarrollo experimental en proporción al PIB
127	Ratificación de acuerdos globales
128	Instrumentación de los acuerdos globales ratificados
129	Líneas telefónicas principales por 100 habitantes
130	Acceso a la información
131	Programa Nacional de Estadísticas Ambientales
132	Representación de los grupos principales en los Consejos Nacionales para el Desarrollo Sustentable
133	Representación de minorías étnicas y poblaciones indígenas en los Consejos Nacionales para el Desarrollo Sustentable
134	Contribución de las organizaciones no gubernamentales al Desarrollo Sustentable

Fuente: INEGI (2000).

Una vez revisado algunos de los indicadores de sustentabilidad y mostrado 134 indicadores, se procede a describir cada uno de los subíndices del IDH que busca medir el DH.

2.7 Índice de Desarrollo Humano

El IDH difundido a través de sus informes, ha sido clave para cambiar la perspectiva del debate público, enfocándolo en las personas. Este enfoque de DH va más allá del simple ingreso para medir el bienestar, basándose en principios como el universalismo, la sustentabilidad y la equidad. El IDH resume el progreso de los países, estados y municipios en tres áreas fundamentales para el bienestar de las personas: salud, educación e ingreso (PNUD, 2019).

A continuación se detallan los subíndices que conforman el IDH.

Salud

La longevidad de una población se mide a través de la esperanza de vida al nacer, con un rango de 20 a 85 años. La relación entre salud y desarrollo ha sido analizada por economistas de renombre como:

- Amartya Sen: Argumenta que la salud es fundamental para el desarrollo, y que su importancia no debería justificarse únicamente por su contribución al crecimiento económico.
- Angus Deaton (2015): Afirma que una salud deficiente es un impedimento para la libertad y, por ende, un obstáculo para el DH.

Además, otro grupo de economistas describe una relación bidireccional entre la economía y la salud. A esta relación la denominan simultaneidad y dualidad (Higuera y Cardona, 2018):

- Simultaneidad: El desarrollo económico y las mejoras en la salud progresan juntos y se fortalecen mutuamente.
- Dualidad: La salud es importante tanto para el bienestar social como para la economía en general.

Cuando un país invierte mucho en salud, a veces tiene que recortar gastos en otras áreas cruciales para el crecimiento económico. Esto se debe a que los recursos se desvían para cubrir los altos costos de los tratamientos médicos. Además, cuando los trabajadores se enferman, hay una pérdida de ingresos y una baja en la productividad. Esto debilita a la población activa y afecta directamente a sectores clave como la infraestructura, la agricultura, la manufactura y el turismo.

Educación

El índice de logro educativo se calcula con dos factores clave:

- Alfabetización adulta: El porcentaje de adultos que saben leer y escribir.
- Promedio de años de estudio: La cantidad de años que una persona ha asistido a la escuela.

Al principio, solo se consideraba la alfabetización. Sin embargo, se dieron cuenta de que la educación formal también es fundamental, así que agregaron los años de escolaridad al cálculo. Para determinar la puntuación final, ambos factores se normalizan, es decir, se les asigna un valor en una escala. Por ejemplo, a los países con un 99 % de alfabetización, como Bahamas y Barbados, se les da una puntuación de 1. En contraste, a países con una alfabetización mucho menor, como Burkina Faso, se les da un 0, y el resto de las naciones obtienen una puntuación intermedia (Rosenberg, 1994).

Ingreso

Cuando se mide la riqueza de un país, se necesita un enfoque más social que solo mirar los índices tradicionales. Por eso, se hacen dos ajustes principales. Una crítica común al PNB (Producto Nacional Bruto) es que no toma en cuenta las diferencias de precios entre países. Por ejemplo, aunque el PNB per cápita de Kuwait sea más alto que el de Estados Unidos, eso no significa que los kuwaitíes sean más ricos en promedio, ya que los precios de los bienes en Kuwait son mucho más altos.

Para corregir esto, las Naciones Unidas usan un método llamado Paridad del Poder Adquisitivo (PPA). Este método ajusta el PIB per cápita para reflejar lo que la gente realmente puede comprar con su dinero en su propio país. Por eso, aunque el PIB per cápita de Japón es mayor que el de EE. UU. a precios de mercado, su PIB ajustado por PPA es en realidad más bajo debido a sus precios más altos.

El segundo ajuste del IDH se enfoca en la desigualdad social, dándole más importancia al ingreso de los grupos más pobres. En otras palabras, se reduce el valor que aporta el ingreso de las personas más ricas. Por ejemplo, Japón, que tiene una distribución de la riqueza más equitativa que Estados Unidos, termina con un PIB per cápita ajustado (considerando la Paridad de Poder Adquisitivo y la distribución de ingresos) que es casi idéntico al de EE. UU. Una vez que el PIB per cápita se ha ajustado de esta manera, se normaliza, al igual que los otros componentes del IDH, para obtener el tercer y último componente del índice..

2.8 Características de las variables que complementen al Índice de Desarrollo Humano

Para el diseño de un indicador de la dimensión ambiental de la sustentabilidad que complemente al IDH, se deben considerar las variables que se mencionan a continuación:

Viabilidad Técnica

El análisis de viabilidad técnica es un estudio que determina si un proyecto, como la implementación de un nuevo indicador, tiene probabilidades de éxito o fracaso. Este análisis no es un simple trámite, sino una herramienta crucial para la toma de decisiones estratégicas. A través de una investigación exhaustiva, el análisis de viabilidad técnica ayuda a entender si un proyecto realmente ofrecerá los beneficios esperados y si podrá mantenerse a largo plazo. En esencia, es una forma de evaluar y pensar de manera crítica sobre las posibilidades de una iniciativa antes de invertir en ella.

La viabilidad técnica se refiere a la capacidad de una idea o proyecto para funcionar en la práctica. Evalúa si el diseño y la tecnología son adecuados, considerando su relación con otros elementos externos. Este análisis es crucial para saber si un proyecto puede implementarse en distintas situaciones y lugares. Se examinan factores como su durabilidad, facilidad de uso, y la sencillez para interpretar y analizar sus resultados.

La viabilidad técnica de un proyecto se refiere a la capacidad de llevarlo a cabo exitosamente, considerando los aspectos tecnológicos y naturales. Esencialmente, es un análisis que responde a la pregunta: ¿es posible, tecnológicamente, hacer lo que planeamos?. Este estudio se enfoca en la

seguridad y el control del proyecto, evaluando sus características, funcionalidades y propiedades físicas. Para determinar la viabilidad, es necesario analizar una serie de factores clave, como (Ugremprendedora, 2022):

- El proceso de fabricación o realización.
- Los recursos técnicos y materiales necesarios.
- El personal y sus habilidades.
- Los procesos de control de calidad.
- La gestión de residuos.

Se puede afirmar que la viabilidad técnica asegura que el proyecto no solo es una buena idea, sino que, es factible de implementar con los medios y recursos disponibles..

La viabilidad técnica-operativa se refiere al estudio y análisis que determina si una organización tiene las capacidades técnicas y operativas para llevar a cabo un proyecto. A menudo, las debilidades en esta área pueden provocar problemas como retrasos, aumento de costos, demoras en la obtención de beneficios y otros inconvenientes. Es importante notar que esta capacidad se superpone con la capacidad institucional-organizativa, lo cual es común en el análisis de viabilidad, ya que las fronteras entre las distintas dimensiones son imprecisas y pueden parecer arbitrarias. Sin embargo, este enfoque, a pesar de sus límites difusos, es muy útil porque permite identificar las particularidades de cada dimensión del proyecto (Santiago, 2009).

Esta parte del estudio se enfoca en si el proyecto es realmente factible de llevar a cabo. Para ello, se evalúa si se cuenta con los recursos esenciales, como el personal, la infraestructura, el dinero, los materiales y el equipo necesario. Una forma recomendada de analizar esto es utilizando una herramienta de evaluación específica (Churman et al, 1979), a menudo empleando la escala de Likert (Dubs de Moya, 2002) para medir y valorar estos aspectos..

Ante lo ya mencionado, a continuación se muestra una tabla con las características y preguntas deseables a resolver antes de iniciar con el diseño de un indicador de desarrollo sustentable para ser agregado al IDH.

Tabla 10. Características y preguntas deseables de los indicadores de desarrollo sustentable.

Características deseables de los indicadores de desarrollo sustentable	
Características	Ejemplo de preguntas relevantes
Accesibles y costo-efectivos	¿Cuán fácil es obtener la información para el indicador y cuánto costará?
Consistentes y confiables	¿Es la información disponible suficientemente confiable como para producir indicadores de alta calidad durante varios años?
Creíbles	¿Es el indicador creíble para la comunidad?
Relevante	¿Hasta qué punto el indicador aborda una prioridad y objetivo para el desarrollo sustentable? ¿Aborda el problema/preocupación de la cual queremos informar? ¿Contribuye a comunicar lo importante?
Interesante motivador	¿La comunidad se siente identificada con el indicador? ¿Es el indicador atractivo para la comunidad?
Positivo	¿Está el indicador planteado de manera positiva? ¿Se centra en problemas (pasivos) o en recursos (activos)?
Mostrar causas y no síntomas	¿Contribuye el indicador a prevenir futuros problemas y se concentra en causas más que en síntomas del problema? ¿Existen los datos para presentar información oportuna antes que sea muy tarde para actuar?
Vinculante	¿Hasta qué punto el indicador vincula temas sociales, económicos, ambientales e institucionales?
Relacionados con toda la comunidad	¿Involucra el indicador a toda la comunidad o sólo a un pequeño grupo? ¿Refleja la distribución equitativa de los problemas y recursos?
Comprensible	¿Es el indicador suficientemente simple y claro como para ser comprendido por la comunidad en general?
Comunidad puede influir	¿Puede la comunidad involucrada influir en el valor del indicador?

Fuente: Blanco (2001).

Además de los elementos ya mencionados, para que los indicadores sean útiles, deben elegirse cuidadosamente según una serie de criterios de calidad propuestos por Sabine Müller (citada en Monroy, 2012). Estos son:

- Fácil de medir y rentable: La medición del indicador debe ser sencilla y económica.
- Relevante: Debe estar en concordancia con el nivel de detalle del sistema que se está analizando.
- Repetible: Las mediciones deben poder hacerse de forma consistente a lo largo del tiempo.
- Explicativo: Debe proporcionar información relevante sobre la sostenibilidad del sistema.
- Útil y adaptable: Debe ajustarse al problema específico que se estudia y a las necesidades de quienes usarán los datos.
- Sensible al cambio: Debe reflejar de manera clara cualquier modificación en el sistema.

Según Castro Bonaño (2002), hay ciertas condiciones técnicas que un buen indicador debe cumplir. Schuschny y Humberto (2009) resumen estas características clave:

- Existencia y claridad: La fórmula matemática del indicador debe ser válida y tener una solución bien definida.
- Exhaustividad: El indicador debe usar toda la información disponible de manera eficiente y sin repetir datos.
- Monotonía: Si las variables que lo componen mejoran, el indicador también debe mejorar, y viceversa. Si una variable tiene una relación inversa, hay que ajustar su signo.
- Unicidad: Para una situación específica, el indicador debe tener un valor único.
- Invariancia: El resultado del indicador no debe cambiar si se modifican el origen o la escala de sus componentes.
- Homogeneidad: La fórmula del indicador debe ser de grado 1, lo que significa que si todas las variables se multiplican por un número, el indicador también se multiplica por ese mismo número.
- Transitividad: Si (a), (b) y (c) son tres situaciones distintas que dan lugar a tres indicadores, debería verificarse que:

$$\text{Si } I(a) > I(b) \text{ e } I(b) > I(c) \Rightarrow I(a) > I(c) \dots\dots\dots 4$$

Para el caso específico de un indicador de sustentabilidad para ser agregado al IDH es muy importante la viabilidad técnica por las siguientes razones:

Medición confiable y consistente: Un indicador técnicamente viable debe poder ser medido de manera precisa y consistente a lo largo del tiempo y en diferentes contextos geográficos. Si la metodología de medición es defectuosa, subjetiva o depende de datos poco fiables o inaccesibles, la validez del indicador y, por extensión, del IDH se vería comprometida. Para que un indicador de sustentabilidad se integre al IDH, se necesita una metodología robusta para recopilar, analizar y comparar datos significativos sobre aspectos ambientales o de sustentabilidad.

Disponibilidad y accesibilidad de datos: La viabilidad técnica implica que los datos necesarios para calcular el indicador deben estar disponibles y ser accesibles a nivel nacional e internacional. Si la recopilación de datos es demasiado costosa, requiere una infraestructura tecnológica inexistente en muchos países o presenta barreras significativas para su obtención, el indicador no podrá ser implementado de manera global y comparable, que es una característica esencial del IDH.

Comparabilidad Internacional: El IDH es una herramienta comparativa entre países. Un indicador de sustentabilidad técnicamente viable debe permitir comparaciones significativas entre las naciones. Esto significa que la metodología de medición debe ser estandarizada y adaptable a diferentes

contextos nacionales, garantizando que las diferencias observadas reflejen variaciones reales en la sustentabilidad y no artefactos de la medición.

Integración metodológica: La inclusión de un nuevo indicador en el IDH requiere una cuidadosa consideración de su integración metodológica con los componentes existentes (salud, educación e ingreso). La viabilidad técnica implica que el nuevo indicador pueda ser combinado de manera lógica y coherente con los demás, sin generar distorsiones o problemas metodológicos que afecten la interpretación general del índice. Esto puede implicar la necesidad de escalar o normalizar los datos del nuevo indicador para que sean comparables con las escalas de los otros componentes del IDH.

Relevancia y Significancia: Aunque no es estrictamente "técnico", la viabilidad también se relaciona con la capacidad del indicador para capturar aspectos relevantes y significativos de la sustentabilidad en relación con el DH. Un indicador técnicamente sólido pero que mide un aspecto trivial o poco relevante para el bienestar humano y el futuro del planeta no aportaría valor al IDH.

Viabilidad Teórica

Según el modelo racional, la gestión de proyectos se basa en un enfoque de sistema cerrado, donde un único sistema de control dirige todo. Este método sigue una lógica de secuencia estricta: las tareas se deben completar una tras otra, ya que la finalización de una es un requisito indispensable para poder comenzar la siguiente (ILPES, 1995).

Varios autores han definido qué es un proyecto de investigación. Según Sabino (1994), es un plan detallado y específico de lo que se investigará. Por su parte, Sierra Bravo (1991), lo describe como la organización temporal y financiera de todas las etapas de un proceso de investigación.

También es considerado como un documento que describe de manera concreta lo que un investigador se propone estudiar. En él, se especifican los objetivos (qué se va a lograr) y la metodología (cómo se va a lograr). En esencia, su propósito principal es encontrar respuestas a preguntas de investigación y generar nuevos conocimientos (Dubs de Moya, 2002).

Un proyecto de investigación es teóricamente viable cuando se basa en un conjunto de teorías interconectadas. Su objetivo es alcanzar metas previamente establecidas para satisfacer las necesidades de una institución o un grupo social. En el contexto de este estudio, el proyecto debe estar ligado al DH y al enfoque de la EE y ser coherente con sus respectivos indicadores. Busca crear

una propuesta de acción que sirva para resolver un problema o una necesidad que ya ha sido identificada.

Para efectos de este trabajo de investigación el enfoque de EE es el que proveerá de toda información y herramientas para el diseño de un indicador con una visión diferente a los que ya existen, aunado a ello el enfoque de la discusión de la sustentabilidad superfuerte, permitirán brindar elementos para el diseño de un indicador que recoja información lo más completo posible.

En este mismo sentido, siendo la viabilidad teórica otras de las variables a considerar en el diseño de un indicador de sustentabilidad, para efectos de ser agregado en el IDH es importante por las siguientes razones:

Fundamento Conceptual Sólido: Un indicador de sustentabilidad debe estar firmemente arraigado en teorías y marcos conceptuales establecidos dentro de los campos del desarrollo sustentable, la economía ecológica, las ciencias ambientales y otras disciplinas relevantes. Esta base teórica asegura que el indicador mida un aspecto genuino y significativo de la sustentabilidad, en lugar de una métrica arbitraria o superficial. Sin una sólida justificación teórica, el indicador carecería de un significado claro y su interpretación sería ambigua.

Coherencia con el Marco del IDH: El IDH se basa en una concepción específica del DH que enfatiza la expansión de las libertades y capacidades de las personas. Un nuevo indicador de sustentabilidad debe ser teóricamente compatible con este marco. Debe reflejar cómo los aspectos ambientales y la sustentabilidad influyen en las dimensiones centrales del DH (salud, educación, ingreso) y en las oportunidades de las generaciones presentes y futuras. Una desconexión teórica podría llevar a la inclusión de un indicador que no capture adecuadamente la interrelación entre la sustentabilidad y el DH.

Validez de Constructo: La viabilidad teórica contribuye a la validez de constructo del indicador, es decir, asegura que el indicador realmente mida el concepto de sustentabilidad que pretende medir dentro del contexto del DH. Una teoría clara ayuda a definir las dimensiones clave de la sustentabilidad relevantes para el IDH y a seleccionar las variables apropiadas para su medición. Sin esta claridad teórica, el indicador podría medir un concepto diferente o solo una parte limitada de la sustentabilidad.

Interpretación Significativa: Una base teórica sólida facilita la interpretación de los resultados del indicador. Permite comprender por qué ciertos valores son considerados más o menos sustentables

en relación con el DH. Esta comprensión es crucial para diseñar políticas y tomar decisiones que promuevan tanto el DH como la sustentabilidad ambiental. Un indicador sin un fundamento teórico claro podría generar resultados difíciles de interpretar o incluso engañosos.

Legitimidad y Aceptación: Un indicador que se basa en teorías bien establecidas y aceptadas tiene más probabilidades de ser considerado legítimo y relevante por la comunidad académica, los responsables de la formulación de políticas y el público en general. La solidez teórica respalda la credibilidad del indicador y su potencial para influir en las agendas de desarrollo.

Congruencia metodológica

Implica describir la razón de utilizar la metodología planteada. Es indispensable que se resalte la importancia de usar la metodología. Las razones por que se eligen unas y no otras metodologías en la investigación, resaltan la elección de la herramienta utilizada si fuera trabajo de campo y el instrumento utilizado cuando se trata de un trabajo de alcance metodológico (Alvarez, 2020).

También se define como una herramienta que nos permite analizar y entender cómo funcionará un proyecto de investigación a nivel conceptual. Esta herramienta organiza elementos clave como el problema de investigación, los objetivos, las variables y su operacionalización. En el ámbito académico, es habitual que los proyectos de investigación incluyan una estrategia metodológica detallada para obtener el conocimiento que resolverá el problema inicial. En esencia, el proyecto cubre desde el marco teórico del proceso de investigación hasta el diseño práctico de las etapas a seguir en el estudio (Pedraza, 2001).

Los indicadores individuales deben ser siempre analizados en conjunto con otros indicadores. Se pueden clasificar y darles un peso (ponderar) basándose en diferentes criterios. Esto puede hacerse a través de la opinión de expertos, como en el Método Delphi, o con la información recogida en foros participativos. También es posible usar criterios ya establecidos en estudios previos como se muestra en la siguiente tabla (Monroy, 2012).

Tabla 11. Criterios más utilizados en la categorización de indicadores de sustentabilidad.

ONU-PNUD, 2008. Índice de Desarrollo Humano (IDH)	FAO-Prescott-Allen (1996)	IUCN, 2001 (Barómetro de sustentabilidad)	Rango (resultado)
Alto	Excelente	Ideal(deseable)	0.8-1.0
Medio	Bueno	Bueno	0.6-0.8
Bajo	Medio	Medio	0.4-0.6
	Malo	Pobre	0.2-0.4
	Muy malo	Malo (indeseable)	0.0-0.2

Fuente: Monroy (2012).

Para poder crear un indicador, se necesitan dos aspectos esenciales (Schuschny y Humberto, 2009):

- Primero, debes tener una definición precisa de lo que quieres medir, lo que le da al indicador su base teórica.
- Segundo, necesitas datos fiables para realizar la medición, lo que garantiza que el indicador sea válido.

La congruencia metodológica constituye una variable importante a considerar y sobre todo en este caso que se busca incluir un indicador de sustentabilidad al IDH, entre los elementos ya mencionados destacan también las siguientes:

Integración Coherente: Para que un indicador de sustentabilidad se añada significativamente al IDH, su metodología de cálculo y presentación debe ser congruente con las metodologías utilizadas para los componentes existentes: salud, educación e ingreso. Esto implica considerar las unidades de medida, las escalas, los métodos de normalización y agregación. Si la metodología del nuevo indicador es radicalmente diferente, su integración podría generar inconsistencias y dificultar la interpretación del IDH global.

Comparabilidad significativa: La metodología del indicador de sustentabilidad debe permitir comparaciones significativas entre países, al igual que los otros componentes del IDH. Esto requiere el uso de datos comparables y la aplicación de métodos de cálculo consistentes en diferentes contextos nacionales. Si la metodología varía significativamente entre países o si se basa en datos no armonizados, las comparaciones resultantes podrían ser engañosas o carecer de sentido.

Evitar Sesgos Metodológicos: Una metodología incongruente podría introducir sesgos sistemáticos en el IDH. Por ejemplo, si el indicador de sustentabilidad se mide en una escala muy diferente o se agrega al índice de una manera desproporcionada, podría dominar el valor del IDH o, por el contrario, tener un impacto insignificante, independientemente de la situación real de los países en términos de sustentabilidad.

Robustez y sensibilidad: La metodología debe ser robusta a las variaciones en los datos y sensible a los cambios reales en la sustentabilidad. Una metodología inestable o que produce resultados erráticos disminuiría la confianza en el IDH ampliado. Además, debe ser capaz de capturar las diferencias significativas entre países en sus niveles de sustentabilidad.

Facilidad de interpretación: La metodología debe ser lo suficientemente clara y transparente para que los resultados del indicador de sustentabilidad y su contribución al IDH sean fácilmente interpretables por los analistas, los responsables de políticas y el público en general. Una metodología compleja o poco intuitiva podría dificultar la comprensión del significado del IDH ampliado.

Compatibilidad con otros indicadores

Los indicadores de sustentabilidad tienen como meta principal evaluar qué tan lejos estamos y en qué dirección se mueve un sistema ambiental. Comparan su estado actual (la realidad observada) con un escenario futuro deseado que sea sustentable. En esencia, nos muestran el progreso o retroceso hacia un sistema más sustentable.

Los indicadores deben incluir ciertos elementos para poder compararse con otros, tales como: ser una fuente de información (veraz o no), una herramienta en la educación, un factor que moldea la opinión pública y un instrumento de poder.

De ahí que, se busca partir de las siguientes interrogantes para considerar todos los elementos posibles para que el indicador que se diseñe cumpla con este elemento.

1. ¿Los indicadores tradicionales que se utilizan para medir el desempeño de una sociedad son adecuados para monitorear distintos niveles de sustentabilidad?
2. ¿Los indicadores de sustentabilidad deben estar orientados en el sentido de la valoración monetaria?
3. ¿Es posible la construcción de indicadores biofísicos de sustentabilidad que posibiliten la comparación en distintas situaciones?

La sustentabilidad no pretende detener el avance ni regresar a épocas pasadas. Más bien, su objetivo principal es forjar una nueva y mejor relación entre la economía, el medio ambiente y la sociedad. Busca un progreso más integral y amplio, lo cual representa el verdadero reto (Calvente, 2007).

Para alcanzar un desarrollo sustentable, es fundamental tener en cuenta los siguientes puntos (Achkar, 2005):

- Político-institucional: Los actores sociales deben ser capaces de negociar y decidir sobre el desarrollo de un territorio, considerando la disponibilidad de recursos y servicios ambientales.

- Organizacional: Es importante cómo las políticas sectoriales (que deberían ser más horizontales) impactan en su aplicación.
- Científico-tecnológico: Se debe analizar la capacidad de crear e implementar políticas de investigación e innovación tecnológica.
- Socio-cultural: Hay que considerar cómo las identidades, el conocimiento y las ideas sobre la naturaleza, el mundo y la sociedad se construyen y recrean.

Por lo tanto, para construir un nuevo paradigma basado en la complejidad, es crucial repensar y reestructurar todas las categorías de análisis, ya que están interconectadas. En este contexto, se deben considerar las siguientes críticas a los indicadores biofísicos de sustentabilidad al momento de diseñar uno nuevo.

- Dificil comparación: No son fáciles de usar para comparar diferentes situaciones.
- Falta de universalidad: Su aplicación no es válida en todos los contextos o lugares.
- Enfoque limitado: Su principal utilidad es didáctica (para enseñar), no para la investigación.
- Disponibilidad de datos: A menudo, la información necesaria para calcularlos no está disponible.

El desarrollo sustentable se debe comprender como la garantía de la supervivencia humana y de la vida en general, a la par que los sistemas políticos aseguran justicia y equidad. Este enfoque busca la reconciliación entre el ser humano y la naturaleza, en lugar de la dominación, reconociendo además las prácticas tradicionales como base para un nuevo modo de planificar la vida. En este contexto, surgen las biorregiones, definidas como espacios donde la naturaleza y la cultura interactúan. Según Gudynas (2002), son áreas con características ecológicas similares, donde las comunidades humanas tienen fuertes lazos entre sí y comparten usos de los ecosistemas. Sin embargo, también se consideran una construcción cultural, de acuerdo con Lezama y Domínguez (2006).

A medida que el mundo avanza, se vuelve más urgente encontrar patrones de desarrollo que sean sustentables. Esto significa que deben ser viables para el medio ambiente, beneficiosos para la sociedad y sólidos desde el punto de vista económico, no solo para nosotros, sino, también para las futuras generaciones. Para lograrlo, los indicadores de desarrollo sustentable actúan como herramientas clave, facilitando una mejor toma de decisiones.

Para que los indicadores de desarrollo sustentable sean efectivos, deben cumplir dos criterios fundamentales, según Blanco (2001):

- Consenso y participación: Deben ser el resultado de un acuerdo informado entre los diferentes actores sociales de una región. Este acuerdo debe reflejar los problemas, preocupaciones y aspiraciones de la comunidad.
- Visión integral: Es crucial que estos indicadores superen los enfoques sectoriales y destaquen las interconexiones entre las dimensiones social, económica, ambiental e institucional del desarrollo. Una forma de lograrlo es crear indicadores que combinen datos de todas estas áreas.

Además de las características anteriores, otros expertos como Larkin (1999), sugieren dos aspectos adicionales para los indicadores:

- Visión de futuro: Los indicadores deben mostrar una perspectiva a largo plazo. Esto se puede lograr presentando la evolución de los datos a lo largo del tiempo o estableciendo metas y límites claros.
- Equidad y distribución: Es crucial que los indicadores consideren cómo se distribuyen de manera justa los beneficios y las condiciones dentro de la comunidad. Pueden reflejar aspectos de distribución en diferentes áreas geográficas y mostrar el origen y el destino de las acciones sociales, económicas y ambientales.

Finalmente y no menos importante, esta variable es fundamental porque facilita la comparabilidad con otros indicadores, en este caso con el IDH, por lo tanto, es importante considerar estos otros elementos:

Coherencia del marco conceptual: El IDH ya incluye indicadores de salud, educación e ingreso. Un nuevo indicador de sustentabilidad debe ser conceptualmente compatible con estos componentes para que el índice en su conjunto refleje una visión coherente del DH sustentable. Si el indicador de sustentabilidad mide un aspecto que está en tensión o contradicción con los otros componentes, la interpretación del IDH se volverá confusa.

Evitar la doble contabilización o la omisión de aspectos clave: Al considerar la compatibilidad, se busca evitar la doble contabilización de ciertos aspectos del desarrollo o, por el contrario, la omisión de dimensiones importantes. Un indicador de sustentabilidad que se superpone significativamente con lo que ya miden la salud, la educación o el ingreso no aportaría información nueva y podría distorsionar el índice. Por otro lado, si el nuevo indicador ignora aspectos cruciales de la sustentabilidad que influyen en el DH, el IDH ampliado seguiría siendo incompleto.

Análisis integrado y políticas coherentes: La compatibilidad entre los indicadores facilita un análisis integrado de las interrelaciones entre la sustentabilidad y las otras dimensiones del DH. Esto es crucial para la formulación de políticas coherentes que aborden simultáneamente los desafíos ambientales, sociales y económicos. Si los indicadores son incompatibles, será difícil comprender cómo las acciones en un área afectan a las otras.

Comunicación efectiva: Un IDH que incluye indicadores compatibles es más fácil de comunicar y comprender. Si el nuevo indicador de sustentabilidad se alinea conceptualmente con los componentes existentes, el mensaje general del índice sobre el progreso humano sostenible será más claro y persuasivo para los responsables de la toma de decisiones y el público en general.

Robustez del índice: La compatibilidad puede contribuir a la robustez general del IDH. Si los diferentes componentes del índice se refuerzan mutuamente y miden aspectos interrelacionados del DH sostenible, el índice será más resiliente a las críticas metodológicas y tendrá una mayor credibilidad.

Capítulo 3. Marco contextual

En este tercer capítulo se abordará el calentamiento global como uno de los efectos en la era del Antropoceno en América Latina y en México, así como, la transición de México en las diferentes etapas del cambio climático, como es también denominado el calentamiento global, las políticas implementadas por el gobierno para enfrentar esta problemática.

Se aborda además, las aportaciones del informe del IDH del año 2022, que tuvo como particularidad el agregar por primera vez un indicador denominado Índice de Desarrollo Humano Ajustado por las Presiones Planetarias bajo la modalidad de experimento, que busco considerar la variable ambiental dentro del informe, y como México adopta el enfoque internacional adaptando la propuesta al país.

3.1 La prevención de los países de América Latina ante el cambio climático

El Acuerdo de París, un pacto global firmado por 193 naciones incluyendo a todos los países de América Latina y el Caribe (ONU, 2022), busca reforzar la lucha contra el cambio climático. Sus objetivos principales son ayudar a los países a adaptarse a los efectos negativos del cambio climático, fortalecer su capacidad de recuperación frente a desastres relacionados con el clima y dirigir las inversiones financieras hacia un desarrollo más sostenible y resiliente (ONU, 2015).

De acuerdo con el Acuerdo de París y la Comisión Global sobre Adaptación, es crucial que los países se preparen con urgencia para los efectos del cambio climático provocado por el ser humano. Algunos de estos efectos, como el aumento de la frecuencia e intensidad de tormentas y olas de calor, ya se están manifestando y se espera que empeoren en las próximas décadas. Otros impactos, como la salinización del agua y la tierra, la inseguridad alimentaria y la desertificación, se desarrollan más lentamente, pero no son menos graves.

La planificación para enfrentar el cambio climático no debe limitarse a respuestas inmediatas. Es crucial complementar las acciones a corto plazo con una estrategia a largo plazo que abarque las próximas décadas.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) ha destacado repetidamente que las zonas costeras de la región son muy vulnerables al cambio climático y que es urgente implementar medidas de adaptación (Bárcena, 2020). Esto es especialmente relevante dado que más del 27 % de la población de América Latina y el Caribe habita en estas áreas, y se calcula que entre un 6 % y un 8 % vive en zonas de riesgo alto o muy alto frente a peligros costeros (OMM, 2021).

El costo de la prevención es significativamente menor al de la reconstrucción después de un desastre. Un ejemplo claro de esta disparidad es el caso de México. Según el Programa Especial de Cambio Climático, el gasto federal se ha concentrado en la respuesta a desastres en lugar de en su prevención. De hecho, entre 2005 y 2011, México gastó 37 veces más en reconstrucción que en medidas preventivas (SEMARNAT, 2014).

Se proyecta que las pérdidas económicas anuales en América Latina y el Caribe, causadas por el cambio climático, se eleven progresivamente. Para el año 2050, se estima que estas pérdidas se ubiquen entre los \$85 mil millones y \$110 mil millones de dólares al año. Esta cifra representaría entre el 1,8 % y el 2,4 % del PIB de la región, en comparación con el PIB de \$5,3 billones de dólares de 2021 (FMI, 2020).

La pandemia de COVID-19 sirvió como una dura lección, exponiendo la vulnerabilidad de las instituciones, sociedades y economías de los países ante eventos inesperados. Demostró la falta de estrategias de prevención y contención para crisis extraordinarias. El cambio climático, que a menudo agrava los problemas existentes, está poniendo a prueba estos mismos sistemas. Esto subraya la importancia de planificar e implementar medidas de manera adecuada antes, durante y después de las crisis. Para América Latina y el Caribe, una región con altos niveles de desigualdad y donde la pandemia ha revertido años de avances en desarrollo, la adaptación climática es crucial para evitar que más personas caigan en la pobreza (Luca, 2020).

3.2 La transición de México hacia la sustentabilidad

México es uno de los países más hermosos del mundo, reconocido por su gran diversidad biológica. Según un informe del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), es el cuarto país con más biodiversidad del planeta, gracias a su variedad de ecosistemas y especies endémicas. A lo largo de la historia, esta riqueza natural ha sido la principal fuente de ingresos y bienestar para sus habitantes. Sin embargo, su mala gestión es también la causa de su deterioro ambiental (PNUD, 2021).

A pesar del deterioro ambiental, México ha hecho importantes esfuerzos para proteger su entorno. Uno de los pioneros fue Alfonso L. Herrera, considerado el padre de la biología en México. Él fundó instituciones como el Museo del Chopo (1913) y el Jardín Botánico y el Zoológico de Chapultepec (1922) con el objetivo de educar a la gente sobre la importancia de la conservación. Más tarde, en 1917, Miguel Ángel de Quevedo logró incluir la protección de los recursos naturales en la Constitución mexicana y estableció el primer parque nacional, el Desierto de los Leones.

Sin embargo, a partir de la década de 1950, la explotación petrolera, el desarrollo industrial y el aumento de la población generaron un grave impacto. Estos factores afectaron negativamente los ecosistemas y degradaron la calidad del aire, el agua y el suelo. Este problema no fue exclusivo de México; también ocurrió en otros países industrializados después de la guerra. Como respuesta, la sociedad civil en Estados Unidos se movilizó, y el 22 de abril de 1970 se celebró el primer Día de la Tierra (PNUD, 2021)

Tras una serie de acciones clave, a principios de 1972 se fundaron instituciones internacionales importantes para proteger el medio ambiente, como el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), y se comenzó a reflexionar sobre los desafíos globales. A continuación se describen algunos de los avances importantes en México

- 1988: Se promulgó la primera Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).
- 1989: Se creó la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).
- 1992: Se formó la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- 1992: México participó en la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, un evento que impulsó iniciativas ambientales a nivel mundial. En esta cumbre, el país se comprometió a:
 - ✓ Dar seguimiento a la Agenda 21.
 - ✓ Fomentar una Ciudadanía Ambiental.
 - ✓ Firmar el Convenio de Cambio Climático.
 - ✓ Firmar el Convenio de Diversidad Biológica.

A raíz de la Cumbre de la Tierra en Río de 1992, México tomó medidas significativas en materia ambiental. El país creó instituciones clave como:

- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAT)
- Consejo Consultivo para el Desarrollo Sustentable
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)
- Procuraduría Federal de Protección Ambiental (PROFEPA)

Además, como parte de acuerdos regionales, en especial el Tratado de Libre Comercio entre México, Estados Unidos y Canadá (TLCAN), se establecieron otras organizaciones. Entre ellas destacan la Comisión de Cooperación Ambiental de Norteamérica y el Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norte América (CICEANA), la primera entidad trinacional dedicada a promover la educación ambiental para fomentar cambios de comportamiento hacia la sustentabilidad.

Durante la década de 1990, se crearon diversas instituciones para ayudar a proteger el medio ambiente. Entre las más importantes se encuentran el Museo Universum, fundado por la UNAM en 1992, y varias iniciativas de la sociedad civil y el sector privado. Estas últimas incluyeron la creación de museos, centros de investigación, educación ambiental y jardines botánicos.

Algunos ejemplos notables son la rehabilitación del Museo de Historia Natural, el Parque Ecológico Xóchitla, el Zoológico de Miguel Álvarez del Toro en Chiapas, y el jardín botánico El Charco del Ingenio en San Miguel de Allende. Además, se establecieron centros de educación ambiental en Aguascalientes y muchas otras iniciativas valiosas en todo el país.

A principios de la década de 2000, se crearon dos instituciones clave para la protección ambiental en México: la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y la Comisión Nacional Forestal. El objetivo era enfrentar el creciente deterioro ambiental y garantizar el manejo sustentable de los bosques, selvas y mares del país.

Junto a estas instituciones, una gran cantidad de organizaciones se unieron a la causa, como el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, WWF México, Pronatura México y Greenpeace México. También surgieron cientos de iniciativas locales y regionales, como Amigos de Sian Ka'an en Quintana Roo e ISLA en Baja California Sur, que buscaban promover el desarrollo sustentable desde sus comunidades.

México se ha comprometido con la educación ambiental, como lo demuestra la creación de los Planes Estatales de Educación, Comunicación y Capacitación Ambiental para sus 32 estados y la Estrategia Nacional de Educación para el Desarrollo Sustentable. Este esfuerzo, que cuenta con el compromiso de las más altas autoridades, se enmarca en la iniciativa de la UNESCO del Decenio de la Educación para el Desarrollo Sustentable (2005-2015) y busca consolidar las instituciones ambientales que se establecieron en la década de los noventa.

A continuación, se muestra una línea de tiempo de las acciones más relevantes llevadas a cabo en México en relación con el desarrollo sustentable.

Imagen 6. La historia de acciones hacia la sustentabilidad en México.



Fuente: IDH (2021).

A pesar de los esfuerzos anteriores, a partir de 2012 se inició una reducción en el presupuesto para la protección ambiental. La razón detrás de esto fue una perspectiva economicista, que veía el financiamiento de la conservación como un gasto y no como una inversión, ya que no generaba resultados económicos inmediatos.

Esta tendencia continuó, y en julio de 2021 la Secretaría de Hacienda anunció la desaparición del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) y otros fideicomisos, argumentando un mal manejo de los recursos. El FONDEN, creado 25 años antes para ayudar a las personas afectadas por fenómenos naturales, dejó de existir en un año en el que el gasto para desastres naturales fue de solo 14,500 millones de pesos, la mitad del promedio gastado durante la administración de Enrique Peña Nieto (Luca, 2020).

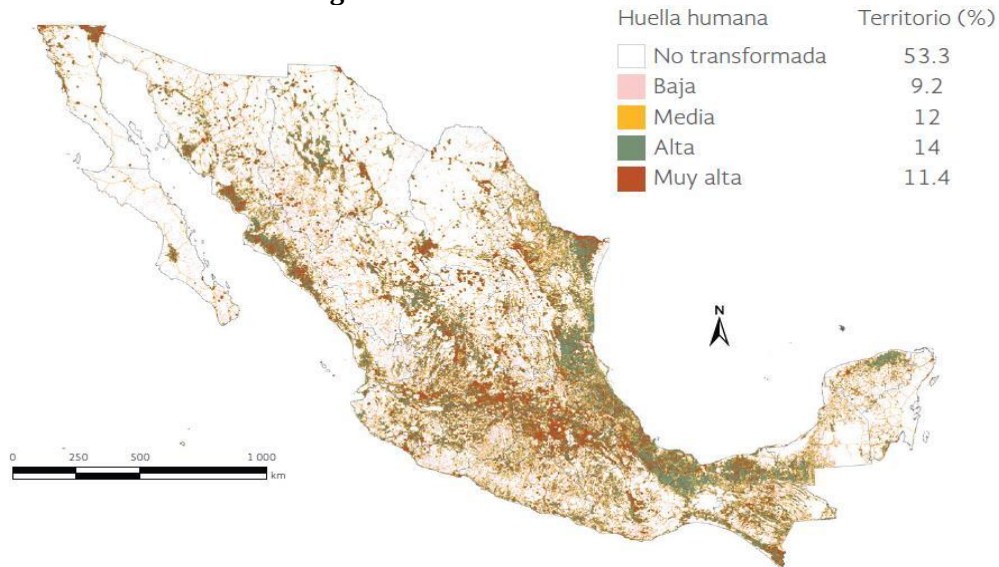
En 2021, México se encontró en un momento crucial, ya que el mundo ha reconocido que la restauración ambiental y la lucha contra el cambio climático son el mayor desafío del siglo XXI. Las acciones que se tomen en las próximas décadas serán vitales para el futuro del planeta y el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

La Agenda 2030 de la ONU y sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible son un llamado urgente a acelerar los esfuerzos para restaurar el equilibrio entre el desarrollo y la sostenibilidad. México tiene el potencial para liderar este cambio, con acciones concretas tanto del gobierno como de la sociedad civil, y seguir siendo un referente en la gestión ambiental durante la era del Antropoceno.

En ese sentido a continuación se muestran algunos datos estadísticos que nos permite visualizar el comportamiento que tienen los principales indicadores de medición del calentamiento global y conocer el grado de incidencia entre las acciones que como país se ha emprendido y los resultados que se han obtenido. De acuerdo a SEMARNAT (2016), la huella ecológica de México en 2012 fue de 2.9 hectáreas globales por persona, mientras que la biocapacidad alcanzó 1.3 hectáreas globales, lo que significa un déficit de 1.6 hectáreas globales. El componente que mayor peso tiene en la huella ecológica mexicana es la superficie requerida para absorber el CO₂ producto de la quema de combustibles fósiles (60.2% de la huella ecológica).

Para el año 2011, más de la mitad de la superficie de México (53.3%) no mostraba señales de impacto humano. En contraste, un 11.4% del territorio tenía una huella humana muy alta, concentrada principalmente en el centro del país, el sureste y la costa noroeste del Golfo de California.

Imagen 7. Huella humana en México.

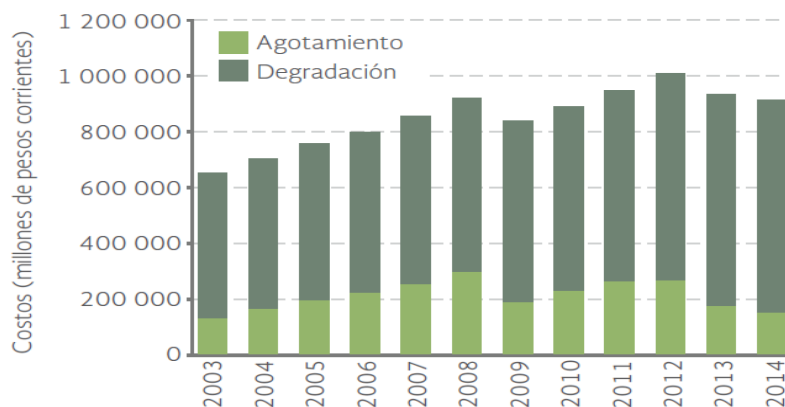


Fuente: SEMARNAT (2016).

Entre 2012 y 2014, los Costos Totales por Agotamiento y Degradación Ambiental (CTADA) en México disminuyeron de 1,003 a 911 mil millones de pesos, lo que representa una reducción del 9.2%. En 2014, estos costos equivalieron solo al 5.3% del PIB del país. El mayor impacto proviene de la degradación ambiental, que representó el 83.5% de los costos totales en 2014, siendo la contaminación del aire el factor más significativo. Por otro lado, el agotamiento de los recursos naturales se distribuyó de la siguiente manera:

- 70% por el agotamiento de hidrocarburos.
- 20% por el agotamiento del agua.
- 10% por el agotamiento de los recursos forestales.

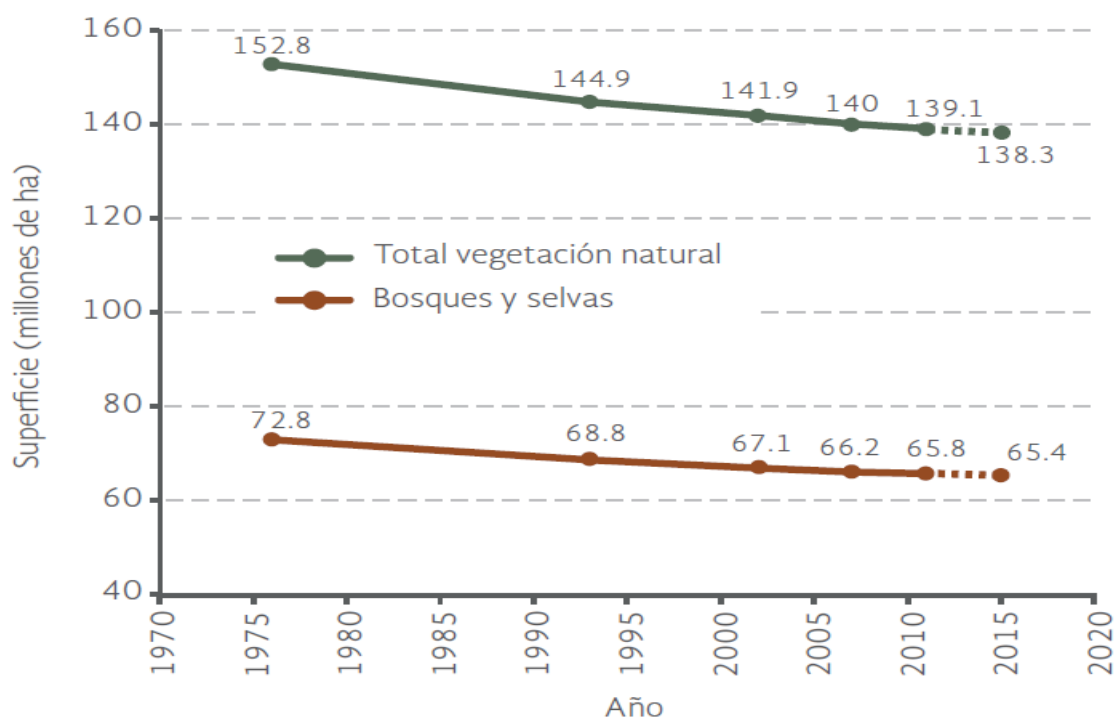
Gráfica 1. Costos totales por agotamiento y degradación ambiental (CTADA) en México 2003-2014.



Fuente: SEMARNAT (2016).

En 2011, México conservaba el 71.7% de su territorio, o casi 140 millones de hectáreas, con vegetación natural. Sin embargo, las proyecciones indican que esta superficie se redujo a poco más de 138 millones de hectáreas para 2015, lo que representa un 71% del país. Esta cifra muestra una tendencia a la baja en la cobertura de vegetación natural.

Gráfica 2. Cambios de superficie en vegetación natural y vegetación de bosques y selvas 1976-2015.

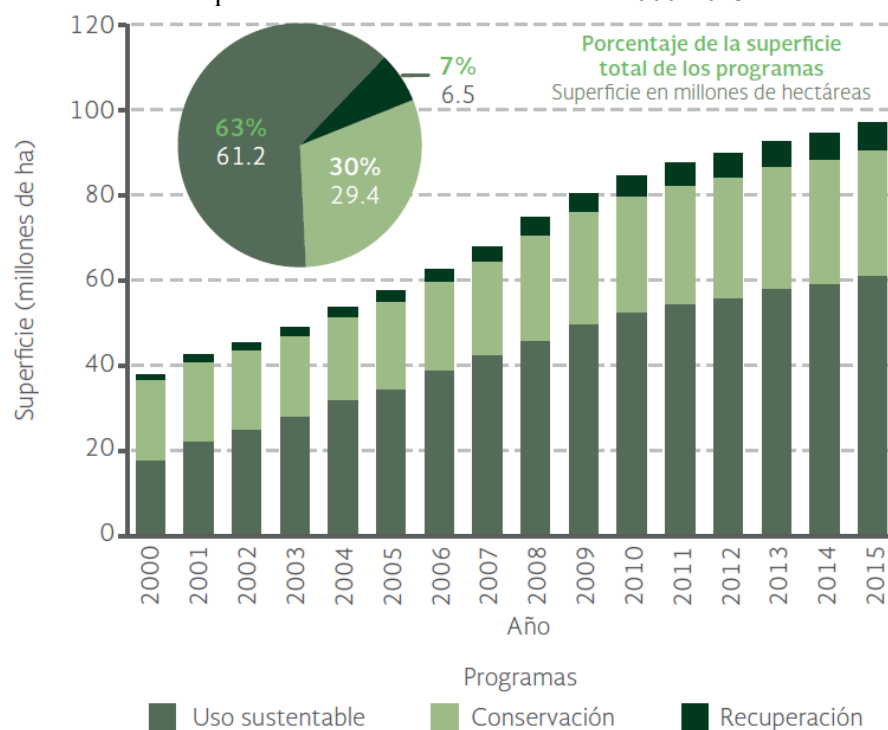


Fuente: SEMARNAT (2016).

Aunque la situación de todos los recursos ambientales es motivo de alarma, las selvas mexicanas son los ecosistemas que más rápidamente han desaparecido. Entre 2007 y 2011, se perdieron casi 97 mil hectáreas de selva cada año, y otras 35 mil sufrieron procesos de degradación. En el mismo periodo, los bosques templados también se vieron afectados, aunque a un ritmo menor, perdiendo cerca de 21 mil hectáreas en total, con una tasa anual de aproximadamente 5,300 hectáreas. Además, 1,500 hectáreas de estos bosques se degradaron (SEMARNAT, 2016).

De acuerdo a la siguiente gráfica, hasta 2015, los programas federales de conservación en México habían intervenido en un área acumulada de 97 millones de hectáreas. Esto equivale aproximadamente al 50% del territorio nacional del país, y abarca esfuerzos como la creación de Áreas Naturales Protegidas (ANP), el manejo sustentable (como las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre, UMA) y la reforestación.

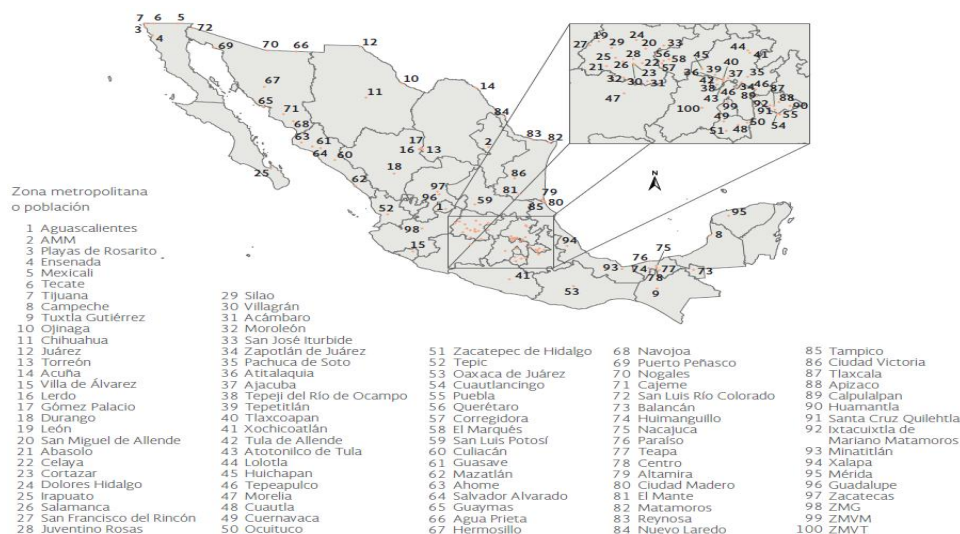
Gráfica 3. Superficie nacional con programas de enfoque de conservación, uso sustentable y recuperación de ecosistemas terrestres 2000-2015.



Fuente: SEMARNAT (2016).

Como se observa en la siguiente imagen hasta 2015, México tenía 243 estaciones de monitoreo de la calidad del aire distribuidas en 29 estados del país.

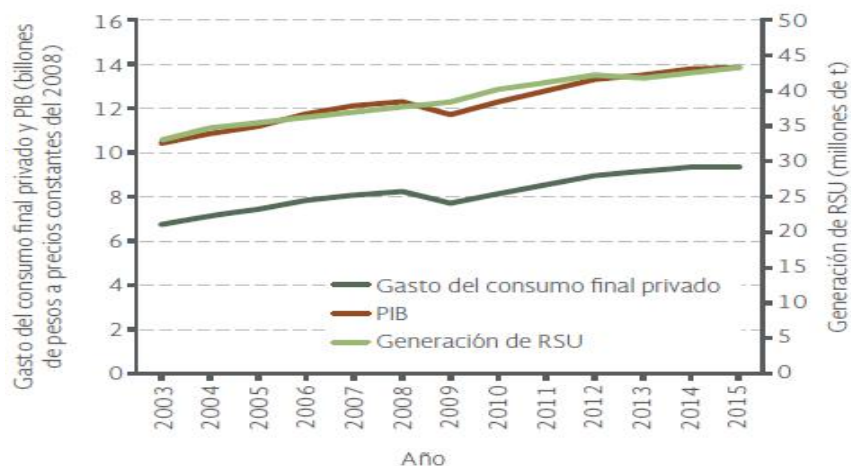
Imagen 8. Zonas metropolitanas o poblaciones con equipos instalados para el monitoreo de la calidad del aire.



Fuente: SEMARNAT (2016).

En 2015, cada mexicano generó un promedio de 1.2 kg de residuos sólidos urbanos al día. A nivel nacional, la cantidad total de basura alcanzó los 53.1 millones de toneladas, lo que representa un aumento del 61.2% en comparación con 2003. En México, la cantidad de basura generada está directamente relacionada con el gasto de consumo y el Producto Interno Bruto (PIB), lo que sugiere una correlación entre el crecimiento económico y la producción de desechos.

Gráfica 4. Generación estimada de RSU, PIB y gasto de consumo final privado 2003-2015.



Fuente: SEMARNAT (2016).

México es un país que se ocupa parcialmente en atender los temas ambientales, como se pudo observar en algunos de los indicadores antes mencionados, la tendencia de los daños que se generan es creciente, las acciones que se han emprendido no han sido suficientes para contener o reducir las afectaciones de manera importante, se requiere de mayor compromiso de la sociedad, así como de las instituciones encargadas de aplicar políticas públicas que permita cambiar esta tendencia que actualmente se tiene.

3.3 Instrumentos de Política Nacionales que incluyen componentes de adaptación al cambio climático en México.

El desarrollo local en México debe ser sustentable, lo que significa que tiene que considerar simultáneamente los aspectos económicos, sociales y ambientales. Actualmente, solo se ha priorizado lo económico, ignorando las otras dos dimensiones. Esto ha causado un deterioro ecológico y ha ampliado la brecha entre ricos y pobres, lo que impide alcanzar un desarrollo verdaderamente sustentable (Albornoz, 2020).

Los encargados de crear políticas públicas deben cambiar el enfoque de la planeación del desarrollo. En lugar de centrarse únicamente en la economía a corto plazo, deben adoptar una perspectiva a

mediano y largo plazo que busque un equilibrio dinámico entre los sistemas económicos, sociales y ambientales, respetando los límites de los ecosistemas. A continuación, se presentan algunos de los instrumentos de política pública que se han impulsado en México.:

- Long-Term Strategy (LTS): Estrategia Nacional de Medio Siglo (EMS) de Cambio Climático de México, 2016.
- Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC) actualizada: 2020.
- Política Nacional de Adaptación (NAP): fase de planificación.
- Ley General de Cambio Climático (2012, 2018)
- Estrategia Nacional de Cambio Climático, Visión 10-20-40 2013 (fase de actualización en materia de adaptación)
- Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2021-2024 con un objetivo de adaptación con siete estrategias y 50 acciones puntuales y un objetivo de adopción con sinergias en mitigación de Gases de Efecto Invernadero.

Cobertura sectorial para la adaptación

- Gestión de desastres
- Gestión integrada de los recursos hídricos
- Desarrollo y Ordenación del territorio
- Protección de Infraestructura Estratégica y Patrimonio Cultural Tangible
- Seguridad Alimentaria
- Biodiversidad y Ecosistemas
- Sobre la Población Humana

En 2020, la versión actualizada de la NDC de México mantuvo los compromisos de 2015 en cuanto a la reducción de la vulnerabilidad. Además, incrementó significativamente la atención a la adaptación al cambio climático, detallando más las acciones necesarias para este proceso. El componente de adaptación de la NDC de México incluye 27 líneas de acción organizadas en cinco ejes estratégicos. Es importante destacar que la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) es el documento más completo del país en materia de adaptación.

México ha implementado un marco sólido para enfrentar el cambio climático, que incluye la Ley General de Cambio Climático, acuerdos institucionales y regulaciones que facilitan la planificación a largo plazo de la mitigación y la adaptación. El país promueve la adaptación a nivel territorial, siguiendo un proceso que va desde la evaluación de la vulnerabilidad hasta el diseño, implementación

y monitoreo de las medidas. El objetivo de estas políticas es cumplir con los compromisos de reducción de la vulnerabilidad, al mismo tiempo que se fortalecen las sinergias con la mitigación de gases de efecto invernadero y otras convenciones relacionadas, como la de Diversidad Biológica y la Lucha contra la Desertificación, así como con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Carter, 2022).

Cabe resaltar que mediante la NAP, México prevé fortalecer los procesos de plantificación de la adaptación y con ello acelerar la implementación de acciones en la materia.

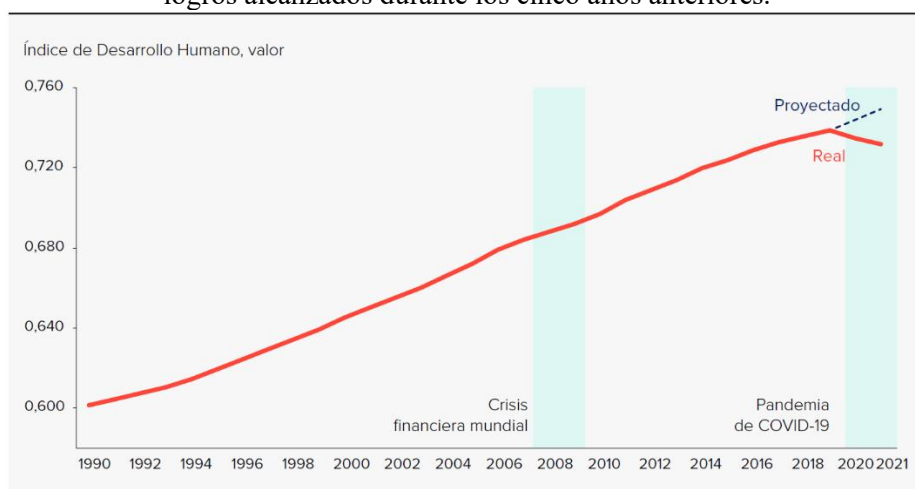
3.4 Perspectiva del informe del IDH 2022

Este informe es crucial porque subraya los enormes desafíos que enfrenta la humanidad en un contexto de gran polarización. Destaca los eventos más importantes de los últimos tres años, comenzando con la pandemia de COVID-19, que ha revertido el progreso del desarrollo humano en casi todos los países y sigue generando nuevas variantes. Además, la guerra en Ucrania y otros conflictos han aumentado el sufrimiento humano, mientras el orden geopolítico global cambia y el sistema multilateral está bajo una presión intensa. A esto se suman las temperaturas, incendios y tormentas extremas, que son una clara señal de que los sistemas del planeta están fuera de control. Las crisis agudas se están transformando en incertidumbres crónicas y complejas que interactúan a nivel global, creando un panorama de tiempos inciertos y vidas inestables (IDH, 2022).

Las crisis globales se están superponiendo y agravando, desde la financiera de 2008 hasta la actual pandemia de COVID-19 y la inminente crisis alimentaria. Esto ha generado la sensación de que perdemos el control sobre nuestras vidas, ya que las instituciones y normas que antes nos daban estabilidad ya no son suficientes para manejar la complejidad e incertidumbre actuales.

En la gráfica siguiente se puede observar el cambio de dirección de la proyección dados los eventos que se han suscitado desde la publicación del primer informe del IDH al 2021.

Gráfica 5. El IDH lleva dos años consecutivos disminuyendo a escala mundial, revirtiendo los logros alcanzados durante los cinco años anteriores.



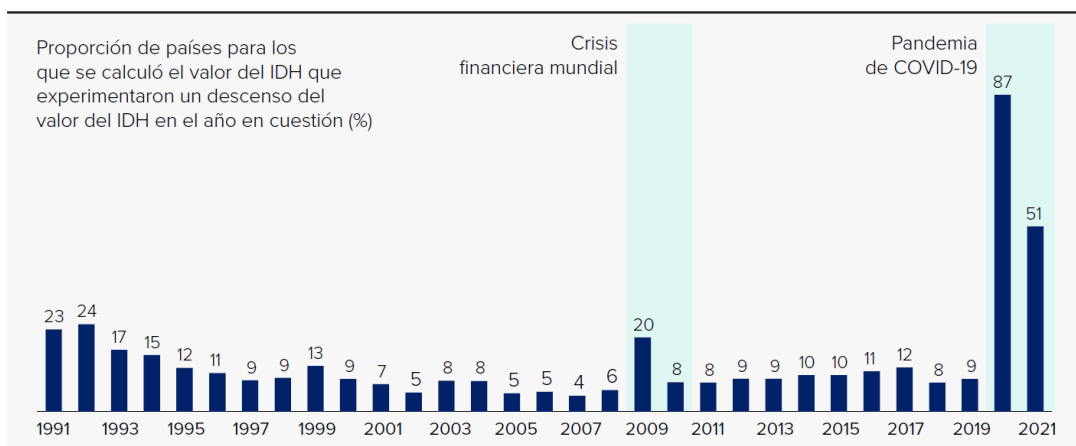
Fuente: Informe IDH (2022).

En los últimos años, hemos visto un aumento en la frecuencia de fenómenos extremos como récords de temperatura, incendios y tormentas. Estos eventos son una señal alarmante de que la crisis climática sigue su curso, junto con otros cambios a nivel planetario causados por el Antropoceno.

Las sociedades humanas y los ecosistemas siempre han estado interconectados, pero nunca a la escala y velocidad que estamos viendo hoy en día, en la era del Antropoceno. Ahora, los seres humanos estamos modelando las trayectorias del planeta.

Los cambios drásticos en los indicadores planetarios, como las temperaturas globales y la diversidad de especies, están alterando el marco de referencia que la humanidad ha utilizado durante milenios. Es como si el suelo bajo nuestros pies dejara de ser estable, creando una nueva e inédita incertidumbre a nivel global. Esto ha provocado una caída generalizada en los Índices de Desarrollo Humano (IDH) de todos los países como se muestra en la siguiente gráfica.

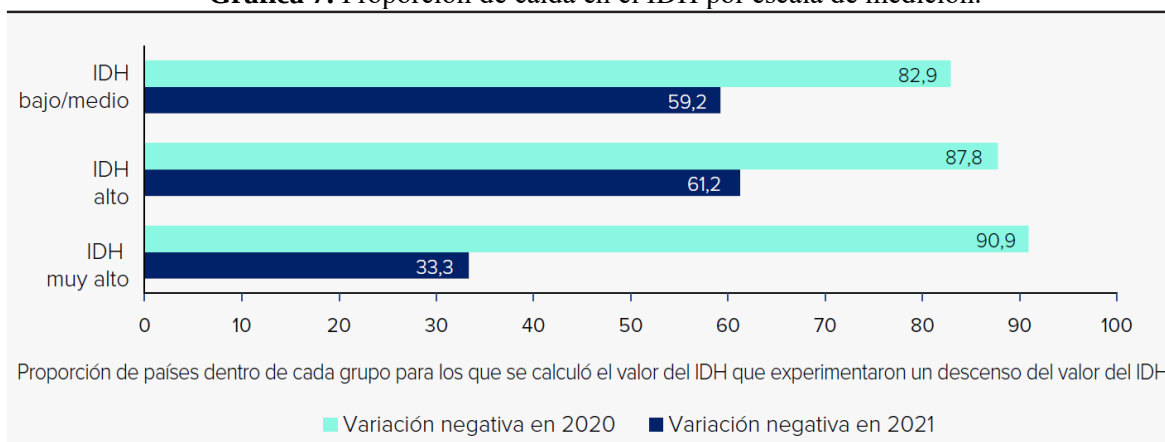
Gráfica 6. La caída reciente del IDH fue generalizada: más del 90% de los países sufrió una disminución del índice en 2020 o 2021.



Fuente: Informe del IDH (2022).

Se puede observar de manera visible clasificado por la escala de medición en la siguiente gráfica, casi todos los países experimentaron retrocesos en términos de desarrollo humano durante el primer año de la pandemia de COVID-19; la mayoría de los países con un IDH bajo, medio y alto registraron descensos continuados durante el segundo año.

Gráfica 7. Proporción de caída en el IDH por escala de medición.



Fuente: Informe IDH (2022).

3.5 Nueva métrica del Desarrollo Humano: La trayectoria del desarrollo en México y su huella

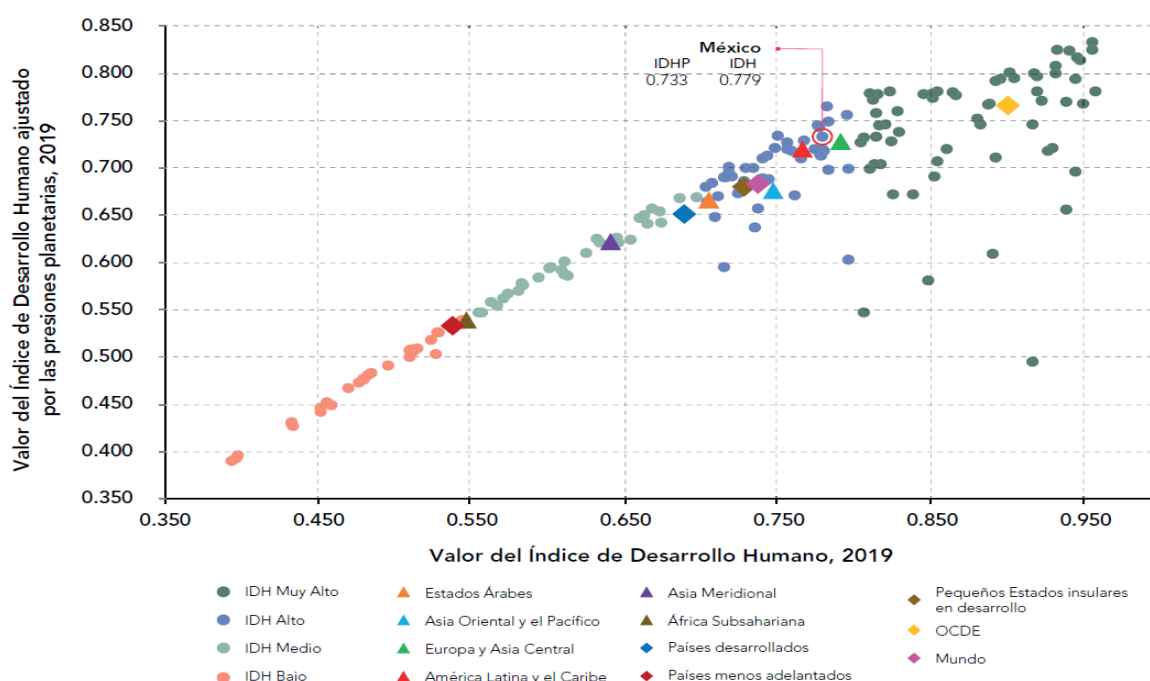
Desde 1990, México ha mejorado su posición en el IDH pasando de un nivel de desarrollo medio a uno alto y subiendo cuatro lugares a nivel global entre 2014 y 2019. Este avance se debe principalmente a las mejoras en educación, mientras que los componentes de salud e ingresos se han mantenido estables. A pesar de estos progresos, el informe subraya que el desarrollo futuro depende de la forma en que gestionamos los recursos del planeta. Las decisiones humanas sobre el uso y la

distribución de los recursos naturales tienen serias repercusiones a nivel global, afectando tanto la supervivencia como las oportunidades de desarrollo de la humanidad.

Debido a lo mencionado anteriormente, se creó un nuevo índice para evaluar el desarrollo humano considerando el impacto ambiental: el Índice de Desarrollo Humano ajustado por Presión Planetaria (IDHP). En 2019, el IDHP de México mostró una pérdida del 5.9% respecto a su IDH original. Al compararlo con otros países de la región, esta cifra fue inferior a la de Brasil (7.2%), pero ligeramente superior a la de Ecuador (5.4%), Colombia (5.0%), Perú (4.4%) y Cuba (4.3%).

Aunque México pertenece a la OCDE, su IDH es inferior al promedio del grupo. Sin embargo, cuando se ajusta por la presión planetaria, la pérdida de su IDH es significativamente menor, con una cifra de 5.9% comparada con el promedio del 14.9% de los países de la OCDE como se observa en la siguiente gráfica.

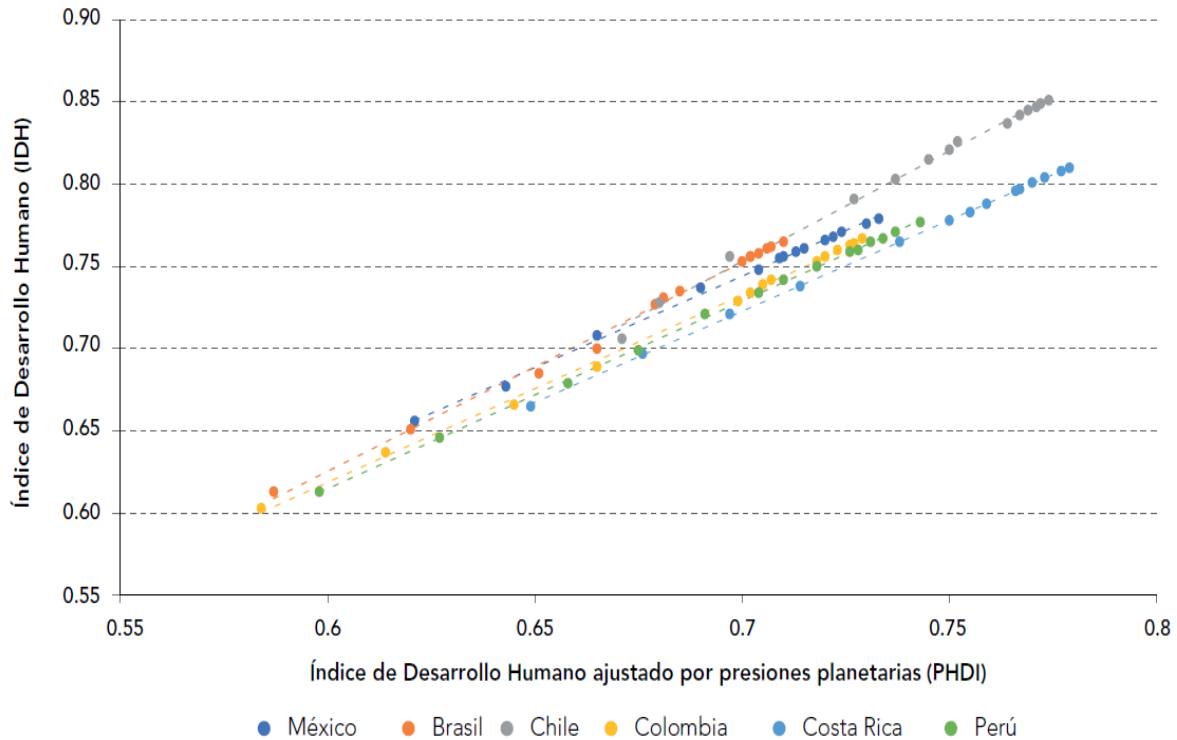
Imagen 9. IDH vs IDHPP



Fuente: IDH (2021).

Para entender el progreso de México en comparación con otros países de la región, se muestra la evolución de su desarrollo entre 1990 y 2019, utilizando el IDHP. Como se observa en la siguiente imagen, aunque Chile y Costa Rica han superado a México en el avance del IDH, su impacto ambiental es diferente. Chile muestra las mayores presiones planetarias del grupo, mientras que Costa Rica tiene las contribuciones más bajas en relación con su nivel de desarrollo.

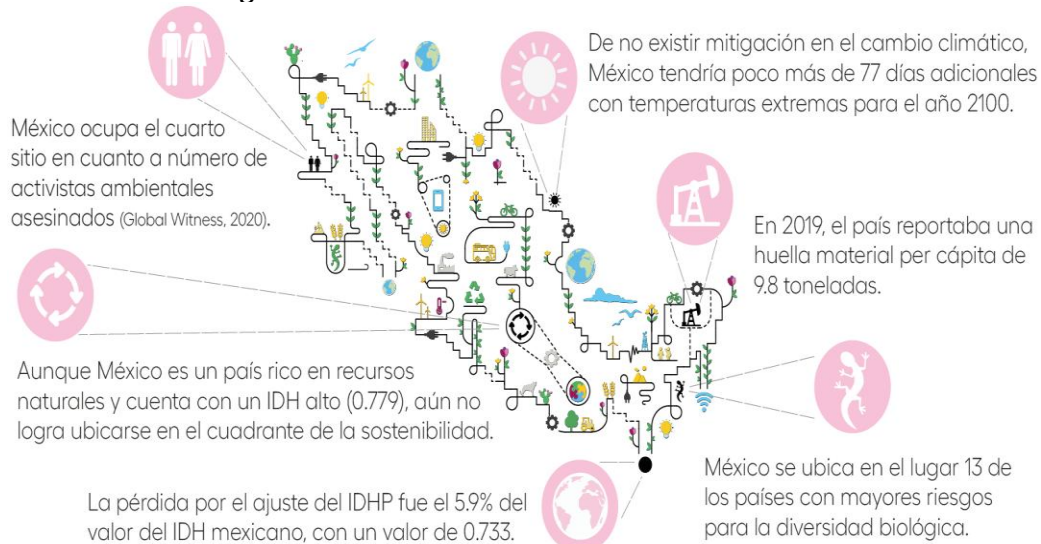
Imagen 10. México y la evolución del desarrollo en los países de la región. Índice de Desarrollo Humano vs Índice de Desarrollo Humano ajustado (1990 - 2019).



Fuente: IDH (2021).

Algunas de las razones por el que México no ha logrado mejorar su posición en el IDH puede deberse a los factores que se muestran en la siguiente imagen, aunado a esto a la falta de interés por parte de las instituciones gubernamentales en sus diferentes órdenes para sumarse a esta lucha a favor del medio ambiente.

Imagen 11. Datos ambientales sobresalientes en México.



Fuente: IDH (2021).

Para seguir combatiendo los efectos del cambio climático, México se enfoca en tres áreas principales:

1. Normas sociales

- Fomentar la participación ciudadana y nuevos modelos de gobernanza para gestionar los recursos naturales.
- Maximizar el impacto de las políticas ambientales a través de la educación formal e informal.
- Crear guías para que las industrias reporten indicadores de desempeño social y ambiental.

2. Incentivos y regulación

- Promover y aprobar leyes que den estabilidad al sistema financiero frente al cambio climático.
- Utilizar herramientas de captación de capital para financiar proyectos de adaptación, mitigación y conservación de la biodiversidad.
- Revisar la metodología del Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF) para incluir anexos sobre la adaptación y mitigación del cambio climático.

3. Fomento a la tecnología

- Impulsar la tecnología y la innovación para el desarrollo sustentable.

3.- Soluciones basadas en la naturaleza

México está impulsando las soluciones basadas en la naturaleza, centrándose en los siguientes puntos:

- Respetar y apoyar las iniciativas locales. Reconocer que las comunidades locales son clave para encontrar soluciones efectivas y adaptadas a sus propios entornos.
- Crear un ambiente institucional favorable. Desarrollar políticas y marcos que faciliten la creación de soluciones integrales a nivel local.
- Empoderar a las comunidades. Dar a las comunidades la capacidad de tomar decisiones y tener autonomía sobre el uso de sus recursos naturales.
- Proteger a las iniciativas comunitarias. Establecer normas que eviten que grandes proyectos de infraestructura afecten negativamente a los esfuerzos de las comunidades.
- Fortalecer la consulta y evaluación de impacto. Mejorar los procesos para evaluar el impacto ambiental y social de los proyectos.

Capítulo 4. Método de elaboración de indicadores de Desarrollo Humano y Sustentabilidad

Una vez revisado el marco teórico y el marco contextual, en este capítulo se desarrollan los antecedentes de los indicadores de desarrollo sustentable y desarrollo humano, así como las metodologías utilizadas en el diseño de los indicadores, destacándose la metodología de indicadores compuestos, sus alcances y limitaciones; sin embargo, se revisan otras herramientas como el análisis multicriterio, siendo este, otra de las herramientas utilizadas en el diseño de indicadores de sustentabilidad.

4.1 Propuesta de indicador de desarrollo sustentable

Nos encontramos en un momento sin precedentes en la historia de la humanidad y de nuestro planeta, ya que desde hace algunas décadas se han encendido las alarmas respecto de nuestras sociedades y el mundo, con evidencias claras se ha venido demostrando los efectos que tienen las interacciones humanas con su medio y estas interacciones no necesariamente han sido favorables para la flora y la fauna, por el contrario, las afectaciones han sido cada vez mayores en dos sentidos básicamente, tanto en escala como en intensidad, que se traduce en una doble presión sobre el medio ambiente, una por ser el proveedor de los insumos para mantener en operación todo el sistema de producción y por ser el receptor de todos los desechos generados por un consumo irracional que se realiza a nivel mundial.

Dado lo anterior, la comunidad científica sugiere que nos estamos adentrando en una nueva era geológica, el Antropoceno, en la que los seres humanos somos una fuerza dominante que condiciona el futuro del planeta, equivale a decir que, somos el mayor depredador del planeta y por lo tanto, de nuestra propia existencia (IDH, 2020).

Considerando que uno de los objetivos del informe de desarrollo humano es emitir recomendaciones a los países para mejorar en sus indicadores, sin embargo, es importante reconocer que las decisiones humanas son condicionadas por nuestros valores e instituciones, y eso ha generado un desequilibrio en la relación que mantenemos con la naturaleza. De ahí la importancia de agregar un indicador más al IDH que permita reflejar de manera condensada y efectiva el nivel de sustentabilidad de un territorio.

Por ello, agregar un subíndice al IDH que mida el desarrollo sustentable es necesario, ya que los informes publicados por parte del PNUD, han emitido recomendaciones a los países para la elaboración de políticas públicas con el fin de mejorar el desarrollo humano, sin embargo, en el contexto que actualmente vivimos con graves afectaciones ambientales, se requiere visibilizar la relación que existe entre el desarrollo humano y el medio ambiente para promover un nuevo paradigma de desarrollo, más sustentable, incluyente e integral basado en la naturaleza.

El desarrollo humano no se trata solo de dar más oportunidades a las personas para que puedan vivir la vida que desean. Es crucial considerar también otras dos dimensiones: La capacidad de actuar: Esto significa que las personas deben poder participar en la toma de decisiones y tener la libertad de decidir por sí mismas. Los valores: Implica que cada persona pueda tomar las decisiones que prefiera, poniendo especial atención a la forma en que interactuamos con el medio ambiente y gestionamos los recursos del planeta.

Durante los últimos años, ha crecido la conciencia entre organizaciones como el Banco Mundial, el BID y las Naciones Unidas de que el desarrollo a largo plazo solo es viable si se protegen los recursos naturales. En este contexto, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) ha propuesto el concepto de desarrollo humano sustentable. Este enfoque busca equilibrar el crecimiento económico, la equidad social y la conservación del medio ambiente para resolver el conflicto entre el progreso económico y la sustentabilidad ambiental (Anne, 2023).

Por lo tanto, como respuesta a lo comentado con anterioridad se plantea como objetivo de este trabajo de investigación la revisión de los informes del IDH y las críticas/debilidades que presenta, así como la revisión de los indicadores de sustentabilidad que se conocen para que a partir de ello se establezcan todos los elementos teóricos que permitirá diseñar un indicador que se denomine “Índice de sustentabilidad Armónica” (nivel propuesta) que busque una relación armónica entre crecimiento económico, equidad social y conservación ambiental pero que además refleje de manera condensada y efectiva el nivel de sustentabilidad de un territorio, es importante mencionar que el alcance de este tema de investigación no es el diseño del indicador.

4.2 Antecedentes de diseño de indicadores de desarrollo sustentable

Según Ibáñez (2012), los indicadores que miden el desarrollo sustentable se clasifican en dos grandes grupos:

- a) Indicadores objetivos: Se basan en datos y evidencias concretas que no dependen de la opinión de las personas. Por ejemplo, la medición de la calidad del agua o la cantidad de emisiones contaminantes.
- b) Indicadores subjetivos: Reflejan la opinión, las percepciones y los sentimientos de la gente sobre su propia situación. Un ejemplo sería la percepción de la población sobre la participación social en su comunidad.

A continuación, se detallan los métodos más relevantes utilizados para el análisis y la evaluación de los indicadores de desarrollo sustentable.

Para el análisis de los indicadores de desarrollo sustentable se utilizan algunos de los siguientes enfoques: el enfoque presión, estado, respuesta (PER); fuerzas motrices presión-estado-impacto respuesta (FPEIR), y el barómetro de la sustentabilidad.

El Modelo PER (Presión-Estado-Respuesta) fue desarrollado por la OCDE (2003) con el objetivo de organizar la información necesaria para formular políticas ambientales efectivas. Este modelo se basa

en la premisa de que las actividades humanas ejercen presión sobre el medio ambiente, lo que a su vez provoca cambios en su estado. En respuesta a estos cambios, la sociedad implementa medidas para restaurar el equilibrio ecológico.

El Modelo PER utiliza indicadores para mostrar la relación entre el medio ambiente, la economía y la sociedad. Estos indicadores se dividen en tres categorías:

- a) Indicadores de presión: Miden el impacto que tienen las actividades humanas, como la producción y el consumo, sobre el medio ambiente. Un ejemplo claro es la emisión de gases contaminantes que afectan la calidad del aire.
- b) Indicadores de estado: Describen la situación actual y los cambios en el tiempo de los recursos naturales y el medio ambiente. Un buen ejemplo es la superficie de bosques, que muestra cómo la cantidad de terreno forestal ha variado.
- c) Indicadores de respuesta: Muestran las acciones que toma la sociedad para reducir o revertir los efectos negativos de sus actividades en el medio ambiente. El porcentaje de territorio destinado a la conservación es un ejemplo de este tipo de indicador.

El Modelo FPEIR se basa en la idea de que las fuerzas motrices (es decir, las actividades humanas como la industria) ejercen presión sobre el medio ambiente, lo que a su vez causa cambios en su estado. Estos cambios tienen un impacto negativo en la salud de las personas, los ecosistemas y los recursos naturales. Como resultado, la sociedad genera respuestas para mitigar estos efectos, actuando sobre las causas, las presiones, o los impactos directos (Cifrian, 2006).

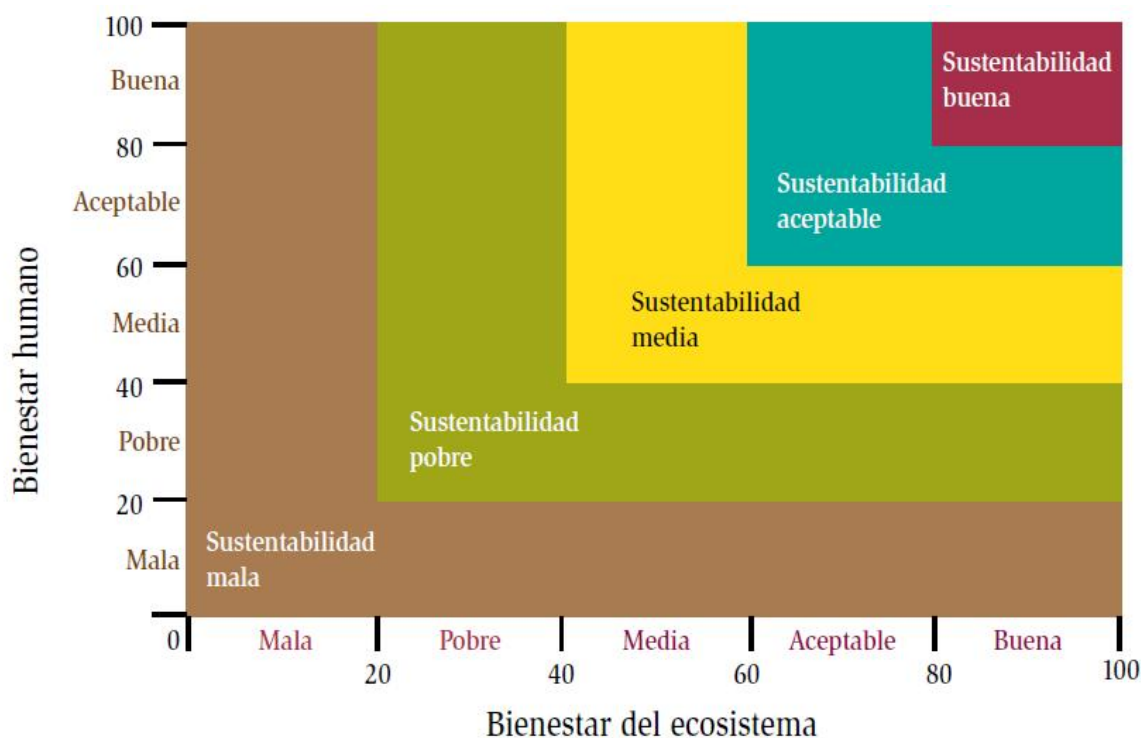
Este modelo introduce un nuevo tipo de indicadores llamados indicadores de impacto, que se utilizan para medir los efectos directos de las actividades humanas en el medio ambiente. Algunos ejemplos son la tasa de deforestación de los bosques o el número de especies que se han extinguido.

El Barómetro de la Sustentabilidad (UICN, 2001), es una herramienta que mide el desarrollo sustentable evaluando el bienestar tanto del medio ambiente como de las personas. Este modelo usa 40 indicadores, principalmente de presión, impacto y respuesta, que se agrupan en dos grandes componentes:

- Social: Relacionado con el bienestar de las personas.
- Ecológico: Relacionado con la salud del medio ambiente.

Los resultados de estos indicadores se ubican en un gráfico especial como se muestra en la siguiente imagen, el barómetro de la sustentabilidad, para mostrar el nivel de sustentabilidad de un área. Esto ayuda a visualizar en qué componente social o ecológico se necesitan mayores esfuerzos para mejorar.

Imagen 12. Bienestar del ecosistema.



Fuente: Ibáñez (2012).

En las últimas cuatro décadas, ha habido un creciente impulso en el diseño de indicadores de desarrollo sustentable. Aunque el progreso ha sido gradual, se han logrado avances significativos en varios frentes. Estos incluyen el desarrollo de conceptos científicos, la creación de marcos institucionales, el diseño de políticas públicas efectivas, y el fomento de la educación y los movimientos ciudadanos. También se ha avanzado en la gestión ambiental y en la creación de herramientas para medir el progreso hacia la sustentabilidad (CEPAL, 2007).

A finales de los años 80, Canadá y varios países europeos empezaron a trabajar seriamente en el desarrollo de indicadores ambientales y de desarrollo sustentable. Un momento clave para este avance fue la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, que se llevó a cabo en Río de Janeiro en junio de 1992.

Esta conferencia estableció la Comisión de Desarrollo Sostenible (CDS) con la misión de supervisar el avance hacia el desarrollo sustentable. La CDS, a su vez, implementó un programa de trabajo enfocado en los IA/IDS. Este programa fue fundamental para la creación de guías metodológicas y de varios conjuntos de indicadores de desarrollo sustentable, los cuales fueron probados por los países participantes en un programa piloto.

Estos avances en el diseño de IDS, de acuerdo al informe de la CEPAL (2007), se clasifican en tres generaciones como las que se enlistan a continuación:

Los indicadores ambientales de primera generación, también conocidos como indicadores de sustentabilidad ambiental, surgieron en la década de 1980 y continúan desarrollándose hasta hoy. Estos indicadores se enfocan en aspectos específicos de la complejidad ambiental, ya sea desde un sector productivo (como la minería, agricultura o silvicultura) o abordando fenómenos particulares.

Por ejemplo, pueden medir la contaminación o el estado de los recursos naturales. Algunos ejemplos concretos incluyen la cobertura boscosa, la calidad del aire urbano, la contaminación del agua por coliformes, la deforestación, la desertificación o los cambios en el uso del suelo.

Los indicadores de desarrollo sustentable (IDS), también conocidos como de segunda generación, han sido desarrollados desde la década de 1990 con un enfoque multidimensional. Su objetivo es crear e implementar sistemas de IDS que incluyan aspectos ambientales, sociales, económicos e institucionales.

Diversos países como México, Chile, Argentina, Estados Unidos, el Reino Unido y Suecia han tomado la iniciativa en este tema. Además, desde 1996, la Comisión de Desarrollo Sostenible (CDS) ha estado a la vanguardia a nivel global en la creación y promoción de estos indicadores.

Los indicadores de sustentabilidad de tercera generación, aún en desarrollo, representan un gran desafío que va más allá de las dos generaciones anteriores. El objetivo es crear indicadores transversales o sinérgicos que, con una o pocas cifras, ofrezcan una comprensión rápida y profunda de la interconexión entre los aspectos económicos, sociales y ambientales.

A diferencia de enfoques anteriores, aquí no se busca simplemente agrupar indicadores de diferentes áreas ni combinarlos mediante índices o unidades de medición comunes, ya que estos métodos enfrentan importantes objeciones metodológicas y de valores.

El objetivo de estos indicadores es medir de forma eficaz el progreso hacia la sustentabilidad del desarrollo. Para ello, se utiliza un conjunto limitado de indicadores clave que, desde su concepción, combinan de forma sinérgica diferentes dimensiones y sectores.

Esta tercera generación de indicadores más reciente representa un desafío actual a nivel global. Su verdadero valor radica en su utilidad para la creación y evaluación de políticas públicas, lo que los convierte en una herramienta crucial para el desarrollo científico más significativo.

En Latinoamérica y en el resto del mundo, la mayoría de los países se encuentran en una etapa de transición en cuanto a los indicadores de sustentabilidad. Actualmente, se trabaja con indicadores de primera y segunda generación al mismo tiempo que se reconoce la importancia de colaborar para desarrollar la tercera generación en este nuevo milenio.

A continuación, se describen algunos de los instrumentos que se han utilizado para el diseño de indicadores de desarrollo sustentable para finalmente elegir el instrumento más idóneo para el diseño de un indicador que cumpla con los elementos generales de la tercera generación de indicadores de desarrollo sustentable y que a su vez se pueda agregar al IDH.

4.3 Metodología para el diseño de indicadores de desarrollo sustentable

A continuación, exploraremos algunas de las metodologías más conocidas para crear indicadores de desarrollo sustentable.

- a) Estudio cualitativo, longitudinal y ecológico: permite analizar parcialmente los indicadores sustentables a lo largo del tiempo. Las principales características de los indicadores diseñados bajo esta metodología son: 1. Relevancia, lo que significa una conexión clara con el desempeño objetivo. 2. Objetividad, basada en información fidedigna. 3. Accesibilidad, datos confiables. 4. Legibilidad, comprensible para la comunidad. 5. Mensurabilidad y 6. Sensibilidad, de manera que su uso pueda ser confiable. Es importante recalcar que los estudios longitudinales son un tipo de investigación en la que la información y los datos son recogidos y registrados durante un largo periodo de tiempo manteniendo la misma muestra. De esta manera, es posible realizar el análisis de los cambios sociales y ecológicos presentes en la realidad estudiada. Este tipo de estudios son incipientes y se basan en el análisis de grupos poblacionales en áreas geográficas específicas y no en individuos particulares (Ferreira, 2019).

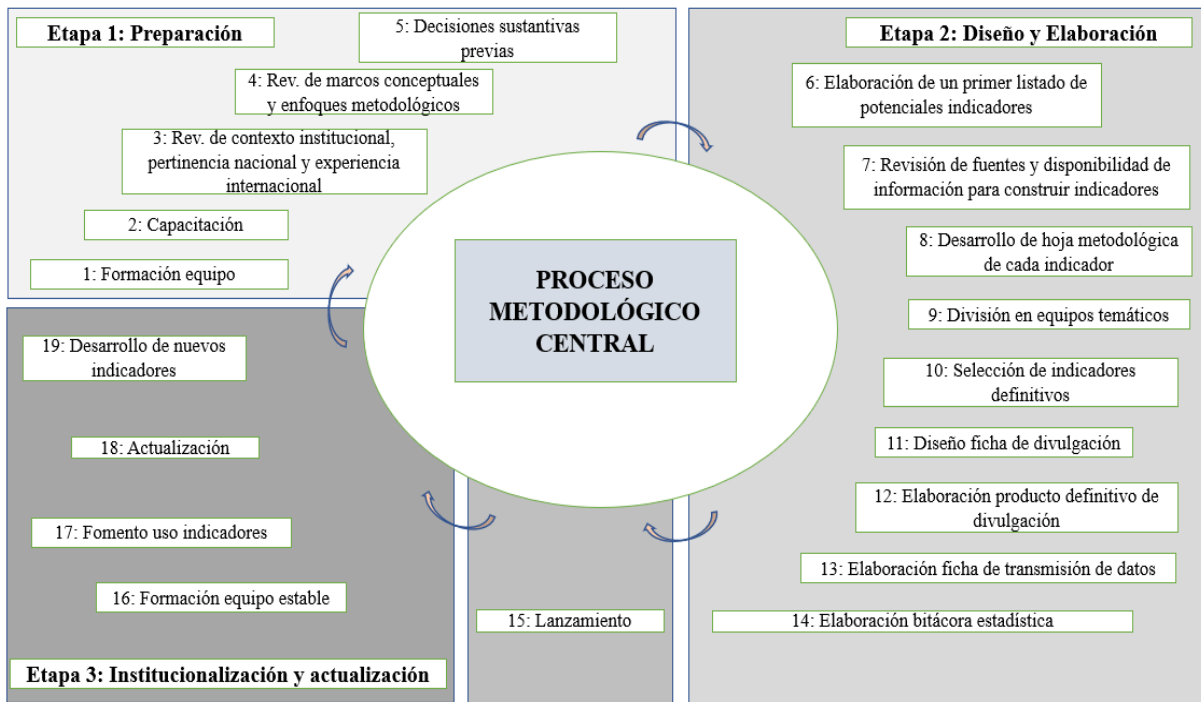
- b) Medición del desempeño sostenible: Dentro de esta metodología se han desarrollado diferentes propuestas de medición entre las que destacan los siguientes: 1. Análisis de Costo-Beneficio. Es la herramienta principal en el proceso de toma de decisiones sobre todo en el sector público. 2. Reporte de impacto y/o Estándares de Inversión. Es un sistema integral para la medición y gestión del impacto. 3. Medición del desempeño sustentable. Se basa en la medición del desempeño de los sectores, económico, ambiental y social (Folmer, 2022).
- c) Método inductivo: se pueden distinguir dos metodologías amplias, de arriba hacia abajo impulsada por expertos y de abajo hacia arriba impulsado por las partes interesadas. Los primeros se caracterizan por el uso de indicadores cuantitativos desarrolladas con metodologías explícitas y claramente establecidas y los segundos utilizan indicadores cualitativos desarrolladas con metodologías implícitas no claramente definidas (Waas, 2014).
- d) Un estudio sobre la contaminación petrolera en México, titulado "estudio de la contaminación ambiental generada por los procesos de refinación del petróleo en México", se propuso analizar las metodologías para medir la sustentabilidad a nivel global y nacional. La mayoría de estas técnicas surgieron después de la Cumbre de la Tierra de 1992 en Río de Janeiro. Actualmente, las metodologías más reconocidas para medir la sustentabilidad incluyen: Índice de Desarrollo Sustentable, Barómetro de la Sustentabilidad, Indicador de Sustentabilidad Ambiental, Huella Ecológica, Indicador de Progreso Genuino (Saldivar, 2002).

Dada la existencia de diversas metodologías para crear indicadores de desarrollo sustentable, la CEPAL (2009), propone una ruta metodológica en tres etapas principales:

- Preparación: La fase inicial.
- Diseño y Elaboración: El proceso de creación del indicador.
- Institucionalización y Actualización: Integración del indicador y su revisión continua.

Esta ruta se presenta de forma circular para enfatizar que el proceso es continuo, permitiendo la constante retroalimentación, mejora y actualización de los indicadores que conforman el sistema como se muestra en la siguiente imagen.

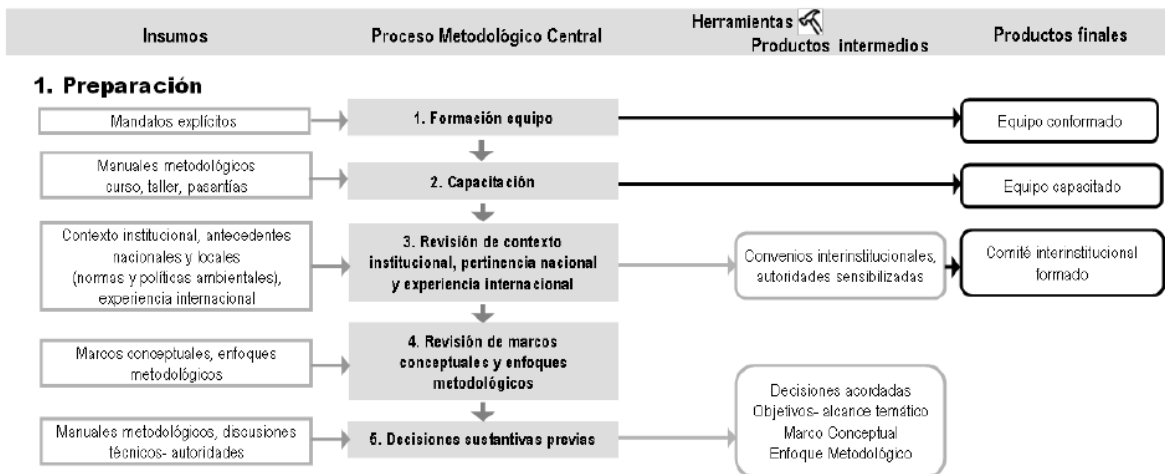
Imagen 13. Ruta metodológica estandarizada.

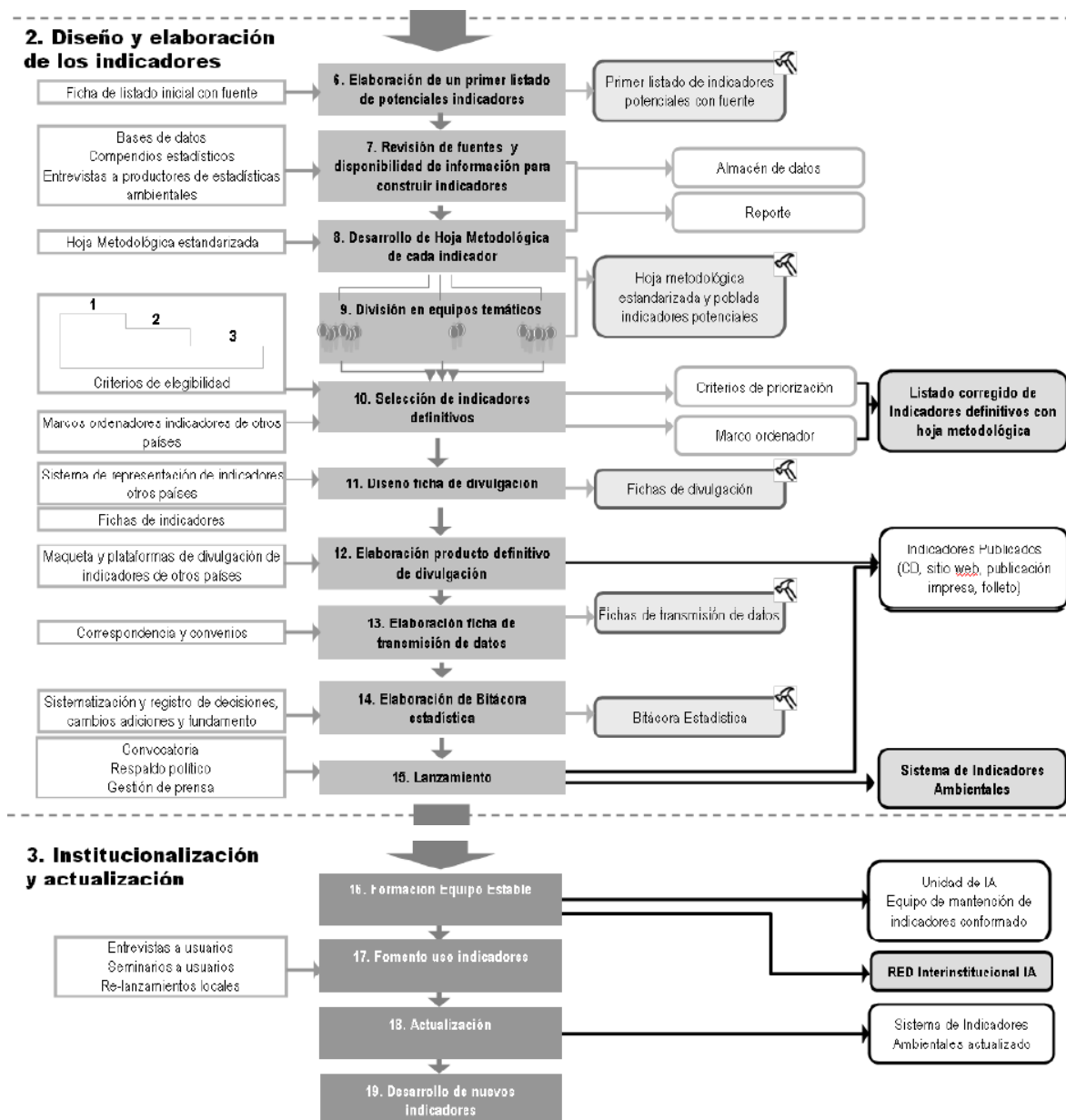


Fuente: CEPAL (2009).

El siguiente diagrama ilustra el proceso de creación de indicadores, mostrando los elementos de entrada (insumos y herramientas), los resultados (productos) y la secuencia de pasos. Se detallan las diferentes fases, etapas y tareas del proceso, y en cada una se especifican los insumos, productos y herramientas relevantes para garantizar que los indicadores sean sólidos y bien desarrollados.

Imagen 14. Esquema de flujograma del proceso.





Fuente: CEPAL (2009).

Etapas 1: Preparación

Esta fase inicial se enfoca en sentar las bases del proyecto. Se crea y organiza un equipo de trabajo, se ofrece capacitación para que todos manejen los mismos conceptos y se revisan los recursos necesarios. En esta etapa, se toman decisiones importantes sobre el marco conceptual y el enfoque que se seguirá.

Etapas 2: Diseño y elaboración de los indicadores

Esta etapa se divide en 10 fases, comenzando con la creación de una lista preliminar de indicadores y terminando con la formulación del Sistema Definitivo de Indicadores Ambientales. En esta sección se describen y se dan ejemplos de las herramientas clave necesarias para facilitar el proceso de diseño.

Las siguientes herramientas simplifican la creación y el mantenimiento de indicadores.

- Listado de indicadores: Un primer borrador con los indicadores propuestos.
- Hoja metodológica: Contiene los datos técnicos y las especificaciones de cada indicador.
- Ficha de divulgación: Un resumen sencillo para que cualquier persona pueda entender el indicador, incluyendo su contexto y su tendencia.
- Ficha de transmisión de datos: Sirve para registrar de dónde provienen los datos necesarios para calcular cada indicador y hacia dónde van.
- Bitácora estadística: Un registro detallado de las decisiones, fuentes y criterios utilizados en la construcción de los indicadores. Es fundamental para garantizar la coherencia en las futuras actualizaciones.

Estas herramientas son muy útiles para crear y mantener indicadores oficiales, ya que facilitan la colaboración y el manejo de información de diferentes fuentes e instituciones.

Etapas 3: Institucionalización y actualización del sistema de indicadores

Esta fase se enfoca en cómo implementar y mantener un Sistema de Indicadores Ambientales a nivel nacional de manera sencilla y práctica. El objetivo es que la propuesta sea fácil de entender y aplicar por la institución responsable, así como por los comités interinstitucionales que colaboren en el proceso. Se evita incluir detalles excesivos para no complicar su lectura ni su puesta en práctica.

En esta etapa se define sobre los elementos y las herramientas necesarias para garantizar el flujo de datos entre diferentes instituciones y dentro de ellas. Esto es crucial para poder calcular los indicadores ambientales de un país de manera consistente y para mantener el sistema actualizado a lo largo del tiempo.

Una vez revisado algunas herramientas y método para el diseño de indicadores de sustentabilidad, a continuación, se hace una revisión de otras herramientas que se han utilizado para el diseño de indicadores generalmente conocidos en el ámbito académico.

4.4 Diseño de un indicador compuesto de desarrollo sustentable

En este apartado, se detallan las bases conceptuales y las herramientas metodológicas necesarias para el diseño, cálculo y análisis de un indicador compuesto de desarrollo sustentable. Este indicador puede aplicarse a diferentes niveles, como países, regiones, o municipios. Se enfatiza la importancia de definir con claridad los objetivos y el contexto en el que se construirá el indicador, así como de contar con información de calidad para validar el proceso. Además, se destaca que es fundamental utilizar un marco teórico sólido para justificar la propuesta y aplicar las herramientas metodológicas con rigor en cada etapa. Estos cuatro elementos objetivos claros, contexto definido, datos de calidad y rigor técnico son esenciales para crear un indicador útil, efectivo y compatible con los subíndices existentes.

Un indicador compuesto simplifica un concepto complejo y con múltiples dimensiones en un solo índice. En términos técnicos, es una función matemática que combina una o más variables para medir una característica específica de lo que se está estudiando.

Los indicadores compuestos son útiles porque captan la atención del público y facilitan la discusión sobre políticas de desarrollo sustentable en diversos campos como la economía, el sector social y el medio ambiente. A nivel global, existen varios índices, pero en América Latina, su uso por parte de instituciones públicas es limitado y se restringe a casos aislados como el IMECA en México.

Además, los indicadores compuestos ayudan a los responsables de la toma de decisiones a entender mejor diversos escenarios. Son una herramienta muy útil para comparar el desempeño de países o regiones, ya que resumen información de múltiples fuentes en un solo valor.

4.5 Consideraciones preliminares sobre los indicadores compuestos

Para crear un indicador compuesto, se necesitan dos cosas fundamentales: primero, definir con claridad lo que se quiere medir, lo que le dará un sustento conceptual. Segundo, contar con datos confiables para hacer la medición, lo que le dará validez al indicador.

Para construir un indicador compuesto, también es importante tener claro el objetivo de su creación. Su principal característica es que tiene la capacidad de resumir muchos aspectos interrelacionados en un solo valor.

4.6 Ventajas de un indicador compuesto

Una de las mayores ventajas de los indicadores compuestos es que resumen múltiples aspectos de un tema, ofreciendo una visión clara y simplificada. Esto no solo facilita el análisis al reducir la cantidad

de datos, sino que, también capta el interés del público al permitir comparaciones sencillas entre diferentes unidades (como países o regiones) y a lo largo del tiempo. Esta capacidad de comparación es clave para evaluar la efectividad de las políticas y para la rendición de cuentas del gobierno.

4.7 Limitaciones y Desventajas de un indicador compuesto

Para diseñar un indicador compuesto, los datos que lo alimentan deben ser medibles, estar disponibles y actualizarse con una frecuencia lógica según los objetivos. A pesar de las ventajas, los indicadores compuestos enfrentan críticas significativas. Se cuestiona la selección de variables, la comparabilidad en diferentes contextos y la excesiva generalización. Un crítico como Koopmans (1947), argumenta que a menudo carecen de una base teórica sólida. Sin embargo, la mayoría de las críticas se centran en el incumplimiento de las condiciones iniciales: si las variables no están bien elegidas o no cubren las dimensiones clave del tema, el indicador no será representativo ni útil.

4.8 Requerimientos técnicos de un indicador compuesto

Según Castro Bonaño (2002), un indicador compuesto debe cumplir con estas condiciones técnicas para ser efectivo:

Existencia y determinación: La fórmula matemática que lo define debe ser válida y siempre tener una solución clara y precisa.

Exhaustividad: El indicador debe utilizar de forma óptima toda la información de sus componentes, sin repetir datos.

Monotonía: Si una de las variables que lo componen mejora, el indicador también debe mejorar (y viceversa). Esto a veces requiere ajustar el signo de las variables para que la relación sea siempre positiva.

Unicidad: Para una misma situación, el indicador siempre debe tener un solo valor, sin variaciones.

Invariancia: El resultado del indicador no debe cambiar si se modifican el punto de inicio o la escala de sus variables.

Homogeneidad: La función matemática que define al indicador compuesto: $I = f(x_1, \dots, x_p)$ debería ser homogénea de grado 1, es decir debería cumplirse que:

$$f(\alpha \cdot X_1, \dots, \alpha \cdot X_p) = \alpha \cdot f(X_1, \dots, X_p) \dots\dots\dots 5$$

Transitividad: Si (a), (b) y (c) son tres situaciones distintas que dan lugar a tres indicadores, debería verificarse que:

$$\text{Si } I(a) > I(b) \text{ e } I(b) > I(c) = I(a) > I(c) \dots\dots\dots 6$$

A continuación, un breve comentario sobre la naturaleza de la medición en el contexto de la evaluación de la sustentabilidad.

Cuando se usan indicadores compuestos para tomar decisiones, es clave distinguir entre riesgo e incertidumbre. El riesgo se presenta cuando se conocen las probabilidades de los posibles resultados, lo que permite tomar la mejor decisión con base en esa información. Por otro lado, la incertidumbre se da cuando no se pueden definir o clasificar los resultados, porque no se conoce la distribución de probabilidades (Schuschny y Humberto, 2009).

Indicadores basados exclusivamente en las ciencias naturales

Estos indicadores compuestos se crean combinando directamente datos de mediciones físicas del entorno natural para resumir una característica o cualidad específica, como la acidez, toxicidad o el nivel de eutrofización. Se utilizan, por ejemplo, para determinar el grado de contaminación.

4.9 Metodología de construcción de indicadores compuestos

Construcción por etapas

Según la experiencia de Nardo et al. (2005), la creación de un indicador compuesto debe seguir un proceso detallado de ocho pasos:

1. Desarrollar un marco conceptual: Establecer las bases teóricas y el objetivo del indicador.
2. Seleccionar los indicadores: Elegir las variables y los datos que lo compondrán.
3. Realizar un análisis multivariado: Examinar la relación entre las variables seleccionadas.
4. Imputar datos faltantes: Rellenar la información que no se tiene.
5. Normalizar los datos: Ajustar los datos a una misma escala para poder compararlos.
6. Ponderar la información: Asignar un peso o importancia a cada variable.
7. Agregar la información: Combinar los datos para obtener el valor final del indicador.

8. Hacer un análisis de robustez y sensibilidad: Probar que el indicador sea confiable y que no varíe significativamente ante pequeños cambios en los datos o la metodología.

El proceso previo consiste crear un indicador necesario que se ajusten al marco conceptual establecido. Además, la creciente preocupación por el cambio climático ha hecho que el medio ambiente gane la misma importancia que los aspectos económicos y sociales, lo que impulsa la necesidad de crear este tipo de indicadores.

Selección de los indicadores

La calidad de un indicador compuesto depende directamente de las variables que lo forman. Al seleccionarlas, es crucial tener en cuenta el objetivo del indicador, ya sea para hacer un diagnóstico, evaluar el desempeño o predecir escenarios futuros. En América Latina, se ha buscado que los países produzcan más datos sobre desarrollo sustentable y el medio ambiente, campos de los que se tiene poca información. A continuación, exploraremos algunas formas de analizar la relación entre estas variables.

➤ Análisis de Componentes Principales (ACP)

Cuando se reduce el número de indicadores en un sistema, se pierde algo de información, pero esta pérdida se compensa con la simplificación. La razón es que muchas de las correlaciones entre las variables originales pueden ser redundantes, por lo que su eliminación no afecta significativamente el análisis general.

Para aplicar el ACP se debe partir de los siguientes supuestos (Nardo et al, 2005):

Poseer un número de casos suficientemente grande. Esto supondrá la adopción de alguna de las siguientes reglas empíricas planteadas por varios autores:

Regla del 10: Por cada variable, se necesita un mínimo de 10 casos o sujetos.

- Reglas del 3 a 1 y 5 a 1: Se sugiere que la cantidad de casos sea tres o cinco veces mayor que la cantidad de variables. Por ejemplo, si tienes 10 variables, la regla del 3 a 1 recomendaría 30 casos, y la del 5 a 1, 50 casos.

- Regla del 100: Esta norma combina la relación 5 a 1 con un mínimo absoluto, indicando que la muestra debe ser al menos 5 veces el número de variables y, además, superar los 100 casos en total.
- Regla del 150: Si las variables no están muy relacionadas entre sí, se aconseja una muestra de más de 150 casos.
- Regla del 200: Simplemente establece un tamaño de muestra mínimo de 200 casos, sin importar cuántas variables se estén utilizando en el análisis

Regla de la significancia: Tener 51 casos más que el número de variables, con el fin de poder realizar la prueba chi-cuadrado.

Para evitar sesgos en la selección de variables, es crucial no excluir las que son importantes ni incluir las que no lo son. Un error en este proceso afectaría la matriz de covarianza y, por ende, comprometería la representatividad de los resultados finales.

Para garantizar un buen análisis de componentes principales, es esencial que no haya datos atípicos (también llamados outliers). La presencia de estos valores extremos puede distorsionar los resultados y las conclusiones del análisis.

Dado que el análisis de componentes principales se basa en álgebra lineal, es preferible que la relación entre las variables sea lineal para obtener los mejores resultados.

Cuando se hace un análisis que incluye pruebas estadísticas, es útil verificar que la información cumple con el supuesto de normalidad multivariada. Si las variables no siguen una distribución normal, se vuelve más difícil realizar estas pruebas, ya que la mayoría de los programas de software están diseñados para trabajar con datos que sí cumplen con esa condición.

Después de calcular los autovalores, se usan varios criterios para decidir cuántas componentes se deben incluir. El objetivo es encontrar el número ideal de componentes que resuma la estructura de los datos de la mejor manera posible y que permita una interpretación clara. Los criterios más importantes para tomar esta decisión son:

El criterio de Kaiser (1958), sugiere conservar solo las componentes que tengan un autovalor mayor a uno. La lógica es que una componente con un autovalor menor a uno explica menos varianza que una sola variable original, por lo que no aporta información significativa. Existen variantes como el

criterio de Jolliffe, que usa un límite inferior de 0.7, o la opción de seleccionar las componentes con un autovalor superior al promedio de todos los autovalores.

El criterio de contraste de caída de Cattell (1965), consiste en graficar los autovalores en orden descendente. Se seleccionan las componentes que están en la parte más inclinada de la curva. El punto donde la curva se aplana y se vuelve casi horizontal marca el lugar a partir del cual las componentes adicionales no añaden mucha información útil.

Este método, el del porcentaje de la varianza explicada, se basa en ir sumando los autovalores más grandes hasta que se alcance un porcentaje de varianza explicada que se considere aceptable, generalmente entre el 70% y el 80%.

El criterio de comprensibilidad se cumple cuando las componentes que se construyen pueden ser interpretadas y entendidas de forma clara en términos de las categorías que representan.

Una vez que se han identificado las componentes principales más relevantes, se pueden combinar para crear un indicador compuesto. Esto se puede hacer de varias formas: la más simple es usar una media aritmética, donde cada componente tiene el mismo peso. Otra opción es agregar directamente las componentes más importantes, dándoles un peso proporcional a su desviación estándar, como sugieren Peters y Bluter (1970).

Coefficientes Alfa de Cronbach

El coeficiente alfa de Cronbach mide la consistencia interna de un indicador compuesto. En pocas palabras, este valor, que va de 0 a 1, evalúa qué tan bien la información de varias variables se resume en un solo índice. Sirve para determinar si un indicador es confiable y mide con precisión lo que pretende medir, o si, por el contrario, su información es defectuosa y podría llevar a conclusiones erróneas (Cronbach, 1951).

Este estimador mide qué tanto de la variabilidad total de las variables se debe a su correlación. Su valor es cero si no hay correlación (las variables son independientes) y es uno si la correlación es total. Por lo tanto, un valor cercano a uno indica que las variables elegidas son buenas para medir el fenómeno subyacente que se quiere representar.

➤ Análisis de Conglomerados (Clustering análisis)

El análisis de agrupamientos (o clusters) es una técnica estadística que clasifica a las unidades de análisis en grupos. Lo hace procesando múltiples indicadores que describen a esas unidades. Esta herramienta es muy utilizada en campos como la psiquiatría y la arqueología para crear clasificaciones (taxonomías). En el ámbito del marketing y la publicidad, se usa para segmentar audiencias en grupos según sus características demográficas, psicológicas y económicas, con el fin de identificar mercados objetivo.

Imputación de datos perdidos

Es muy común encontrar datos faltantes para algunas unidades de análisis o períodos al construir un indicador compuesto, especialmente si se trabaja con datos de todos los países. Este problema es particularmente notorio en las estadísticas ambientales, que aún no han sido estandarizadas a nivel mundial, para ello, se suelen considerar 3 posibles aproximaciones para lidiar con datos perdidos (Litle y Rubín, 2002).

1. Eliminar la información

Esta opción consiste en descartar los registros incompletos. Si la unidad de análisis es un país, esto significa eliminarlo por completo. La desventaja es que esta acción puede crear sesgos, reducir la muestra y alterar la dispersión de los datos, lo que resulta problemático si las diferencias son significativas entre los datos completos e incompletos.

2. Imputar los datos

En lugar de eliminar, se puede reemplazar la información faltante. Existen dos maneras de hacerlo:

- Imputación simple: Se rellenan los datos usando métodos básicos como promedios, medianas, modas o a través de regresiones lineales.
- Imputación múltiple: Se emplean técnicas más complejas y avanzadas como los algoritmos de Monte Carlo a través de cadenas de Markov para estimar los valores perdidos.

3. Eliminar la variable

Como alternativa, se puede descartar una variable completa si tiene muchos datos faltantes. Una regla general es que, si una variable tiene menos del 5% de datos perdidos, es preferible no eliminarla para no perder información valiosa.

Ponderación de la información normalizada

Es importante recordar que la creación de un indicador compuesto, sin importar la metodología, siempre implica un juicio de valor. Esto se debe a que no existe un método totalmente objetivo para asignar el peso a cada variable. Por lo tanto, además de usar un marco conceptual sólido, es crucial incorporar la opinión de expertos y buscar el consenso con grupos de interés para reflejar las prioridades políticas y diferentes puntos de vista en el diseño del indicador.

Se pueden utilizar dos enfoques para asignar peso a las variables de un indicador compuesto:

- Pesos equi-proporcionales: Esta es la opción más simple, donde todas las variables tienen el mismo peso. Es útil cuando las dimensiones del tema son igualmente importantes y están representadas por un número similar de subindicadores, como en el caso del IDH.
- Métodos participativos: Este enfoque complementa las técnicas estadísticas al consultar a expertos para que, con base en sus conocimientos, prioricen algunas variables sobre otras. Si el grupo de expertos es diverso y representa distintas áreas de conocimiento e intereses, el indicador tendrá mayor aceptación. Esto lo convierte en una herramienta más efectiva para influir en las políticas públicas.

Robustez y análisis de sensibilidad

El diseño de un indicador compuesto conlleva varias incertidumbres que deben ser evaluadas. Estas se relacionan con factores como:

1. El modelo para calcular los errores en los datos.
2. El método para decidir qué subindicadores incluir o excluir.
3. La manera en que se transforman los subindicadores.
4. El esquema de normalización que se utiliza para eliminar los efectos de la escala.
5. La cantidad de datos faltantes y el método elegido para rellenar esos vacíos.

4.10 Método multicriterio

El método multicriterio es considerado una herramienta útil para determinar el efecto de diferentes acciones en temas relacionadas con el desarrollo y la sustentabilidad al hacer uso de las tres dimensiones principales de la sustentabilidad y su interacción entre ellas: la dimensión económica, la dimensión social y la dimensión ambiental en los distintos niveles o ámbitos de una investigación científica, como se describe a continuación.

Un problema de decisión multicriterio surge cuando hay al menos dos criterios involucrados, y estos criterios están en conflicto entre sí. En otras palabras, para que un problema sea considerado multicriterio, deben existir al menos dos criterios que choquen y también, como mínimo, dos posibles soluciones.

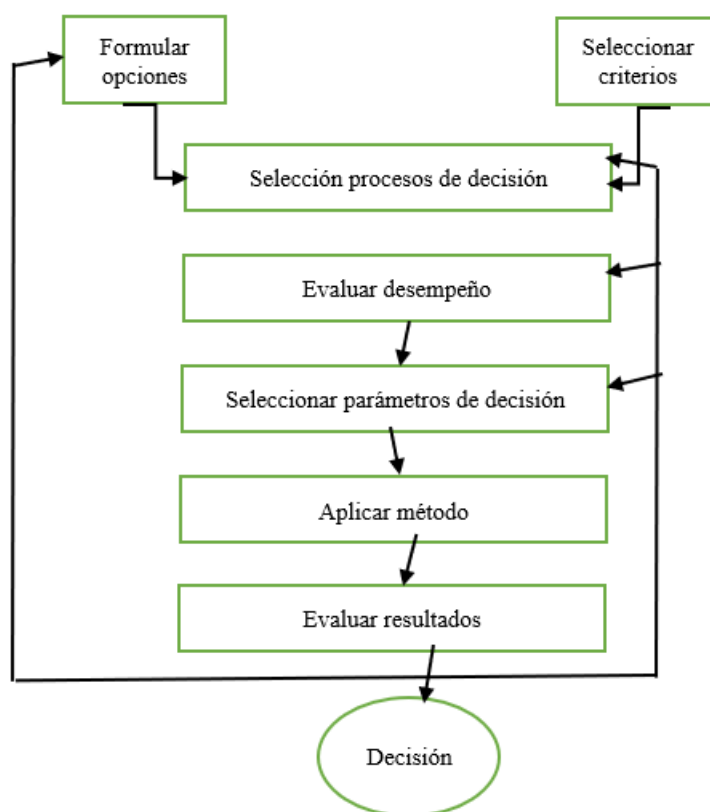
Para describir estas soluciones o alternativas, se utilizan atributos que pueden ser de dos tipos:

- Cuantitativos (objetivos): Aquellos que se pueden medir con números.
- Cualitativos (subjetivos): Aquellos que se basan en opiniones o percepciones.

Finalmente, siempre debe haber una meta u objetivo claro que se busca alcanzar (González y Garza, 2003).

Cuando se trata de resolver un problema, es recomendable tomar en cuenta la opinión de diferentes expertos en el área del conocimiento para finalmente optar por la mejor alternativa de solución, esto es muy sugerente sobre todo cuando se trata de una situación que llegue a afectar a más personas. El modelo que se utiliza para la toma de estas decisiones se puede representar de la siguiente manera.

Tabla 12. Modelo para la toma de decisión.



Fuente: González (2003).

Cuando nos enfrentamos a problemas con múltiples objetivos o criterios que deben considerarse al mismo tiempo, es crucial emplear una metodología específica. Como se mencionó anteriormente, esto implica: Seleccionar la mejor opción de un grupo de alternativas posibles y optimizar varias metas de forma simultánea.

Utilizar evaluaciones lógicas y coherentes para tomar decisiones, especialmente cuando hay aspectos difíciles de cuantificar (Grajales y Serrano, 2013). Estos criterios de evaluación de una metodología multicriterio se observan a continuación.

Tabla 13. Componentes de una evaluación multicriterio.

Definición y estructura del problema	Es definido por el escenario de evaluación, la disponibilidad de información y los posibles conflictos entre diversos intereses de cada actor involucrado. Estos intereses, generalmente, se asocian al problema según dimensiones múltiples de evaluación que hacen necesario un tratamiento multicriterial y discreto.
Descripción de alternativas potenciales	Considera las posibles situaciones o escenarios de evaluación, es decir, son los elementos sobre los cuales se decide. La definición de las alternativas puede realizarse tanto en una etapa previa a la evaluación multicriterio como en su mismo desarrollo. Generalmente el número de alternativas es finito (métodos discretos) pero pueden ser infinitas posibilidades de elección (métodos continuos).
Elección de conjuntos de criterios de evaluación	Deberá contarse con abundantes conjuntos de criterios de evaluación, para que el problema sea mejor interpretado. Un grupo de criterios debe cumplir con dos cualidades: ser elegible, número de criterios suficiente para soportar un procedimiento de agregación y ser operativo, abarca los múltiples intereses de todos los actores claves, los criterios deben poseer cierto número de propiedades técnicas en aras de su consistencia y transparencia.
Identificación de un sistema de preferencia para la toma de decisiones y elección de un procedimiento de agregación	Asignación de peso, resaltando la importancia relativa de los diferentes criterios de evaluación generalmente en decisiones donde se comprometen varios actores y mediante procedimientos interactivos. En la conformación de las variables de evaluación se involucran tanto los actores como los decisores.

Fuente: Grajales y Serrano (2013).

Como se ha observado es un método que no solamente se aplica a problemas ambientales, si no, están relacionados con toda la decisión económica de los recursos naturales, esto hace que no solamente nos centremos a un solo objetivo, por el contrario, se busca un equilibrio entre los distintos objetivos o en este caso dimensiones que están en conflicto (social, ambiental, económico).

De acuerdo con Grajales y Serrano (2013) y Eastman (2016), la evaluación multicriterio es un proceso que busca la mejor decisión al aplicar una serie de reglas. Se trata de seleccionar y combinar varios criterios para llegar a una evaluación final, y luego comparar diferentes opciones para actuar. Para tomar una decisión informada, es crucial tener la mayor cantidad de información posible. La evaluación multicriterio se usa en cualquier contexto social, económico o ambiental donde se necesite tomar decisiones a partir de un conjunto de criterios (Eastman, 2016).

Dado el contexto teórico de esta herramienta, se recomienda utilizar esta herramienta para el diseño del “Indicador de Sustentabilidad Armónica” que se agregará al IDH, además, es la herramienta que el marco teórico de la EE propone como instrumento metodológico, dado que, durante todo el proceso de diseño del indicador se considerarán diversos factores y elementos para determinar los datos a utilizar, así como los criterios para seleccionar a las variables de Sustentabilidad que nos va proveer de información para el diseño del indicador.

En ese sentido, para determinar el marco metodológico más adecuado para el diseño del subíndice, se realizó una revisión de 45 artículos de investigación, sobre todo de los últimos 5 años, como se muestra en la siguiente imagen, del total de revistas revisadas, 22 de ellas fueron publicadas durante el año 2024, es decir, prácticamente el 50%, el resto de ellas se distribuye entre el periodo que comprende de 2011 a 2023.

Gráfica 8. Número de revistas revisadas y año publicado.

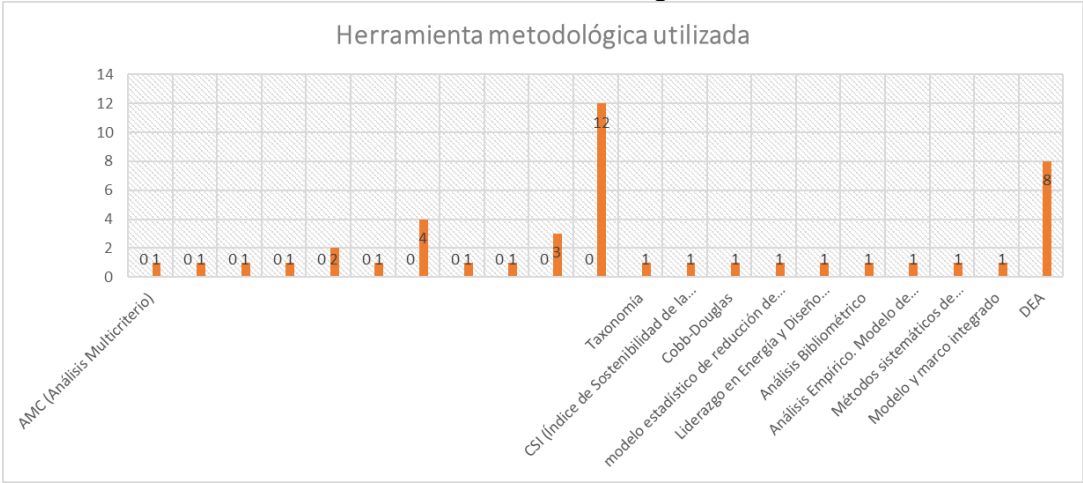


Fuente: Elaboración propia (2024).

Del total de revistas revisadas se procedió a identificar las herramientas que se utilizó en cada una, en el que se puede observar que, en 28 de ellas utilizaron la herramienta de Análisis Multicriterio y

en 17 de estas revistas utilizaron algún otro instrumento, entre ellas, el DEA, Cobb-Douglas, etc. como se puede ver en la siguiente gráfica.

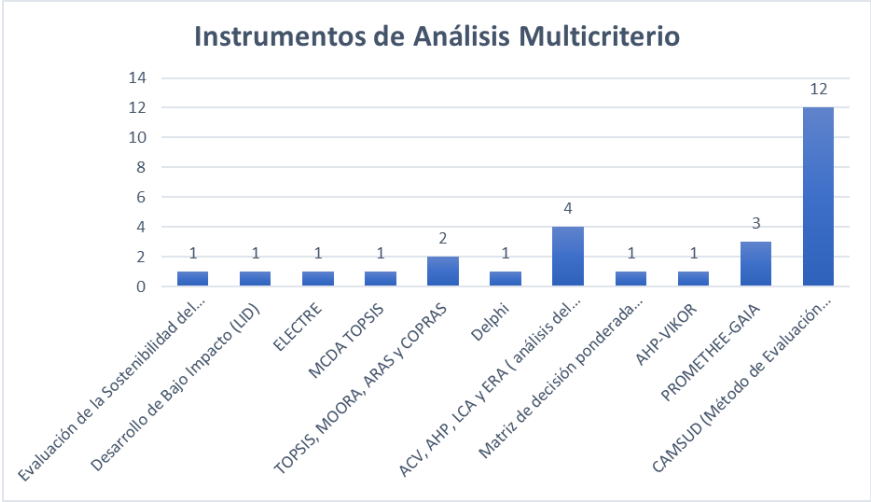
Gráfica 9. Herramientas metodológicas utilizadas.



Fuente: Elaboración propia (2024).

Para conocer específicamente que instrumentos de Análisis Multicriterio se utilizaron, se elaboró la siguiente gráfica en el que se pueden apreciar dichos instrumentos.

Gráfica 10. Instrumentos de Análisis Multicriterio.



Fuente: Elaboración propia (2024).

Los principales instrumentos utilizados fueron CAMSUD en 12 artículos, seguido de ACV, AHP, LCA y ERA en 4 artículos y en tercer lugar PROMETE-GAIA.

Como se puede observar, el diseño de un indicador que permita brindar información relacionada con el estado del medio ambiente es multifactorial, debe considerar diversas variables pero también a

elección del instrumento adecuado para su diseño para garantizar una mayor eficacia en su implementación.

En este sentido, para que un indicador sea eficaz y cumpla con el objetivo para el que se diseña, debe elegirse el marco teórico adecuado que aporte elementos suficientes para sustentar el nuevo indicador, aunado a ello, la herramienta metodológica bajo el cual debe diseñarse el indicador, dado que el actual indicador de desarrollo humano se diseño bajo un indicador compuesto, en este caso se propone que se diseñe bajo la herramienta de Análisis Multicriterio, que permite recoger información de personas de los diferentes sectores de la sociedad, no solamente de los “expertos” en el tema ambiental.

En el diseño de indicadores de esta índole, es importante resolver y definir el marco teórico y metodológico, así como conceptual bajo el cual se partirá para el diseño del indicador ya que de esto dependerá su grado de eficacia.

Capítulo 5. Validación de los indicadores de Desarrollo Humano y Sustentabilidad

Para proponer el diseño de un indicador de sustentabilidad que se pueda agregar al IDH, antes se requiere descartar cada uno de los indicadores existentes en cuanto al cumplimiento de elementos técnico y metodológicos en su diseño, para ello, en este capítulo se desarrolla un instrumento llamado “Matriz de validación de indicadores” en el que se descartan cada una de los indicadores de sustentabilidad que se revisaron en relación con los elementos de cada enfoque teórico de Economía Ambiental y Economía Ecológica para dar paso a la propuesta de indicador de este tema de investigación.

Por otro lado, se desarrollan los pasos de diseño de cada uno de los subíndices del IDH para posteriormente abordar el diseño de la propuesta de un nuevo indicador para ser agregado al IDH bajo el enfoque teórico de la Economía Ecológica.

5.1 Validación de los Indicadores de Desarrollo Humano y Sustentabilidad

Desde la publicación del primer informe del IDH en el año de 1990 por parte del PNUD, no fue hasta el informe del año 2020 cuando por primera vez se incluyó una propuesta de índice que buscó medir el Desarrollo Sustentable al que se denominó “Índice de Desarrollo Humano Ajustado por las Presiones Planetarias (IDHAPP)”, ajustando a los indicadores de Educación, Salud e Ingreso.

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en México publicó el informe "Desarrollo Humano y el Antropoceno: Perspectivas de la próxima frontera en México". Este documento retoma las ideas principales de un informe global sobre el Antropoceno y las aplica al contexto mexicano. El objetivo es analizar las implicaciones de esta nueva era en el país, incorporando también la opinión de expertos y activistas mexicanos de distintos sectores. La meta final es identificar caminos para que México pueda avanzar hacia un desarrollo más sostenible.

Este primer esfuerzo después de 30 años de haberse publicado el primer informe e incluir información estadística y de ajuste relacionada con la Sustentabilidad al que se tituló: IDHAPP, parecía ser el principio de una aportación que permitirá una mejor toma de decisiones a nivel individual como a nivel gubernamental, dado que se consideran dos variables importantes: Huella material y Emisiones de Gases de efecto invernadero; sin embargo, en los próximos informes ya no se continuó con la inclusión de dicho índice, hasta el año 2024 con datos del año 2022, siendo ésta una de las razones de la importancia de contribuir a la discusión de las debilidades que presenta el IDH en la era del Antropoceno y de la urgencia de incluir un subíndice de la dimensión ambiental de la Sustentabilidad en el IDH y que, además se publique de manera permanente, por lo tanto, este trabajo de investigación busca aportar todos los elementos a considerar para el diseño de dicho subíndice.

Es importante mencionar que para el caso de México, el último informe disponible a nivel Municipal es el publicado en el año 2022 con datos que comprende del periodo 2010 a 2020. En este informe se hace mención de manera superficial temas relacionados con la sustentabilidad, el alcance es solo teórico, es decir, no se hace una propuesta de diseño de subíndice de la dimensión ambiental de la sustentabilidad, los subíndices en los que se centra son los siguientes: Cálculo de la desigualdad entre los Municipios por medio del IDH con base en medias Generalizadas (IDH-MG); Cálculo de Desigualdad de Género Municipal (IDGM) 2020 y el Índice de capacidades Funcionales Municipales (ICFM) 2016-2020.

Dado el contexto anterior, a continuación, se presenta una tabla de validación en la que se concentra cada uno de los Indicadores de Sustentabilidad y elementos de dos enfoques teóricos (Economía

Ambiental y Economía Ecológica) que a lo largo de varias décadas se han construido, con el objetivo de proporcionar información y generar conciencia en la sociedad acerca de las afectaciones generadas por el dinamismo del Antropoceno. Recordando que el marco teórico que se propone para el diseño de un subíndice es bajo el marco teórico de la Economía Ecológica, por lo tanto, se sostiene que los indicadores revisados fueron elaborados bajo la propuesta de la economía Ambiental, que tiene como justificación la asignación de valores monetarios a los daños ambientales, esta propuesta economicista se encuentra limitada como se mencionó en capítulos anteriores, ante los daños irreversibles que no se recuperan (recursos no renovables) pagando por ellos.

En la siguiente tabla se muestra la matriz bajo el cual se realizó el análisis de cada una de los 157 indicadores de sustentabilidad revisados.

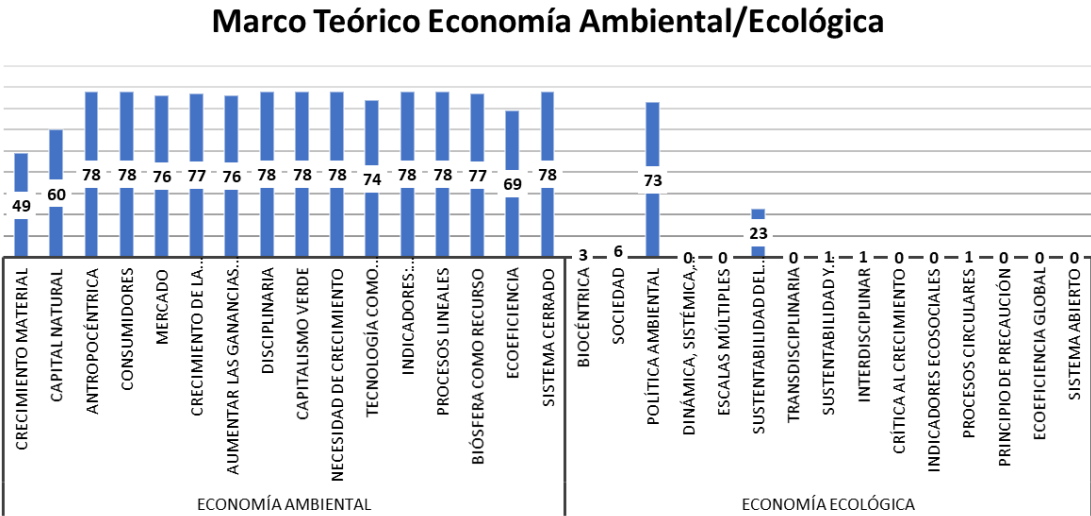
Tabla 14. Matriz de validación de indicadores de Sustentabilidad.

Matriz de validación de Indicadores de Sustentabilidad																							
		Indicadores de Sustentabilidad																					
Enfoque	Criterios	PBI ecológicamente corregido	Cuentas patrimoniales	La apropiación Humana de Producción Primaria Neta (AHPPN)	Mochila Ecológica	Espacio Ambiental	Índice de Bienestar Económico Sostenible (IBES)	Índice de Sostenibilidad Ambiental (ISA)	Índice de Planeta Vivo	Producto Nacional Neto Ajustado Ambientalmente	Sistema de cuentas ambientales y económicas	El ahorro neto ajustado	Indicador de progreso Genuino	El sistema de cuentas económicas y ecológicas de México	Huella ecológica	Input material por unidad de servicio	Análisis de flujo de materiales y energía (MEFA)	Huella Hídrica y agua virtual	Balances energéticos de las actividades económicas	Índice de Desarrollo Humano Ajustado por las Presiones Planetarias	Índice de ciudades sostenibles	Ecuación IPAT	Índice de desempeño ambiental
Economía Ambiental	Crecimiento material																						
	Capital natural																						
	Antropocéntrica																						
	Consumidores																						
	Mercado																						
	Crecimiento de la economía																						
	Aumentar las ganancias y utilidades																						
	Disciplinaria																						
	Capitalismo verde																						
	Necesidad de crecimiento																						
	Tecnología como solución																						
	Indicadores: PIB+Ambientales																						
	Procesos lineales																						
	Biosfera como recurso																						
Economía Ecológica	Ecoeficiencia																						
	Sistema cerrado																						
	Biocéntrica																						
	Sociedad																						
	Política ambiental																						
	Dinámica, Sistémica, Evolutiva																						
	Escalas Múltiples																						
	Sustentabilidad del sistema Ecológico y Económico																						
	Transdisciplinaria																						
	Sustentabilidad y Justicia Social																						
	Interdisciplinar																						
	Crítica al crecimiento																						
	Indicadores Ecosociales																						
	Procesos circulares																						
Principio de precaución																							
Ecoeficiencia Global																							
Sistema abierto																							
Instrucciones: Anota una "X" en los indicadores que cumplen con los criterios																							

Fuente: Elaboración propia con base en Gudynas (2011), Vandana (2017), y Hauwermeiren (1999).

Derivado del formato anterior, en el que se concentra cada uno de los indicadores de sustentabilidad revisados (fila) y variables con las que se identifica a cada uno de los enfoques (ambiental y ecológico), se realizó un análisis de literatura recursiva para identificar las variables de cada enfoque y en función de ello identificar la ubicación de cada indicador de sustentabilidad. Gráficamente los resultados se observan a continuación.

Gráfica 11. Ponderación de indicadores de Sustentabilidad en relación al enfoque Ambiental o Ecológica.



Fuente: Elaboración propia (2024).

Como se puede observar en la gráfica anterior, de los indicadores de sustentabilidad revisados en la mayoría de ellos se consideraron variables de enfoques ambientales en su diseño, y solo un número menor de ellos consideraron variables del enfoque de la economía Ecológica. Dado lo anterior, se justifica la necesidad de diseñar una propuesta de indicador que considere variables propuestas por el enfoque de la Economía Ecológica.

5.2 Alcances y Limitaciones de los Indicadores actuales

Debido al número de trabajo e indicadores que se han venido desarrollando en el campo de la Sustentabilidad, en la búsqueda por la integración de las tres dimensiones: la económico, la social y la ambiental, un grupo de trabajo los ha calificado de embrollo interdisciplinario (Macgillivray y Zadek, 1996) debido a su alcance teórico sin implicaciones prácticas, es decir, los indicadores de las afectaciones ambientales mantienen su tendencia creciente a pesar de los indicadores de Sustentabilidad diseñados, lo que lleva a cuestionarnos ¿Cuál es la razón de ser de los indicadores existentes?. Para responder a esta pregunta, a continuación se menciona algunos alcances y limitaciones de los indicadores de sustentabilidad existentes:

Según Budinich (1998), los indicadores son herramientas valiosas que sirven para varios propósitos clave:

- Clarifican objetivos: Ayudan a definir la lógica y las metas de un programa.
- Evalúan el progreso: Permiten saber si se están cumpliendo los objetivos y metas establecidas.
- Motivan al equipo: Orientan al personal para que se enfoque en lograr los resultados deseados.
- Guían la asignación de recursos: Sirven para tomar decisiones informadas sobre dónde invertir, priorizando las actividades más exitosas para un uso eficiente de los recursos.
- Proyectan el futuro: Ayudan a predecir el comportamiento de un programa e identificar posibles problemas que requieran atención.
- Comunican logros: Facilitan la comunicación de los resultados a las partes interesadas y a los clientes.
- Demuestran resultados: Permiten mostrar los logros a audiencias externas, lo que puede atraer apoyo político y financiero.
- Facilitan el aprendizaje: Ofrecen información periódica (cuantitativa y cualitativa) que ayuda a sistematizar el aprendizaje del proyecto.
- Miden el impacto: Permiten evaluar la satisfacción de los clientes y determinar si el proyecto está mejorando sus vidas.

Según Achkar (1999), los indicadores de una situación o problema incluyen los siguientes tipos de gastos:

- Gastos defensivos: Costos incurridos para prevenir un daño.
- Gastos compensatorios: Costos para compensar o reparar un daño ya causado.

- Gastos por enfermedades profesionales: Costos asociados a enfermedades relacionadas con el trabajo.
- Gastos por efectos de contaminación: Costos derivados del impacto de la contaminación.
- Gastos de accidentes de tránsito: Costos asociados a los accidentes en carreteras.
- Gastos hospitalarios por problemas ambientales: Costos de atención médica por enfermedades ligadas al medio ambiente.
- Gastos por concentración espacial: Costos generados por la alta densidad poblacional o la concentración en un área específica.

Los indicadores pueden evaluarse por su capacidad para lograr los objetivos de quienes los crearon. Sin embargo, para determinar si un indicador es "bueno" o "malo", la pregunta más importante es si cuenta con la información necesaria. Según Macgillivray y Zadek (1996), sin datos, no se puede diseñar un indicador. La disponibilidad de datos es un obstáculo recurrente en la creación de indicadores, especialmente en el ámbito de la sustentabilidad. La falta de información relevante, la demora en su publicación o su falta de credibilidad son las causas más comunes del fracaso de proyectos prometedores. Esto impide crear indicadores que realmente puedan generar conciencia y cambios en la sociedad. El texto señala que las instituciones públicas que generan estadísticas a menudo no producen la información necesaria para diseñar indicadores de Desarrollo Sustentable (DS).

A continuación, se listan las limitaciones más comunes al diseñar este tipo de indicadores..

Tabla 15. Limitaciones en el diseño de un indicador de Sustentabilidad.

Autores	Limitaciones	Descripción
Macgillivray y Zadek (1996)	La falta de datos	Los países con buenos recursos o la voluntad política para priorizar las estadísticas a menudo se dan cuenta de que les falta información. Esto es de esperarse, ya que las estadísticas tradicionales suelen ser de baja calidad
	Falta de administración	Esta laguna de información ocurre cuando la gente no puede usar los datos que ya existen. Aunque se ha invertido mucho en recolectar información, la capacidad para gestionarla y utilizarla adecuadamente a menudo se queda atrás
	Falta de credibilidad	Esta falta de información útil ocurre cuando la gente desconfía de los datos, creyendo que están influenciados por intereses políticos
Red de la Agenda Local para América Latina y el Caribe (2021)	Adiciones/Omisiones	Un sistema de indicadores muy complejo solo es útil para los expertos, no para el público en general
	Restaurar Balance	Desde el inicio, es crucial ser consciente de la necesidad de lograr un equilibrio al seleccionar los indicadores
Achkar (1999)	Bienestar social	
	Distribución del ingreso	
	Corriente de productos o servicios no remunerados	
	Trabajo doméstico no remunerado	
	Amortización del capital natural	
	Crítica a los indicadores monetarios de sustentabilidad	
	Algunos daños al sistema ambiental son irreversibles	
	Los daños al sistema ambiental son acumulativos	
	Los conocimientos de la reserva de los recursos son inciertos	
	Nada se sabe sobre las futuras tecnologías	
	Las valorizaciones monetarias actuales o futuras son arbitrarias	
	Críticas a los indicadores biofísicos de sustentabilidad	
	No permiten comparar situaciones fácilmente	
	No son de aplicación universal	
	El principal objetivo es didáctico y no de investigación	
	La información para sus cálculos no están disponibles	

Fuente: Elaboración propia con base en Macgillivray y Zadek (1996), Red de la Agenda Local para América Latina y el Caribe (2021) y Akchar (1999).

A pesar de las limitaciones que se ha comentado, es muy importante seguir trabajando en el desarrollo de indicadores de DS, ya que constituyen a una sólida base para la toma de decisiones en todos los niveles, desde en los planos nacional e internacional, hasta el nivel de las bases y sobre todo a nivel personal.

De ahí la importancia de diseñar un indicador y que a su vez pueda ser agregado al IDH para complementarlo, permitirá aportar información relevante para la toma de decisiones que no solamente refleje el desarrollo como se hace hasta el momento, si no, que refleje los efectos que causa en el medio ambiente el nivel de desarrollo que se busca alcanzar.

Entre los alcances específicos que se tiene el agregar un indicador de sustentabilidad al IDH se pueden identificar las siguientes:

- Permitiría evaluar si el desarrollo humano se logra a expensas del planeta.
- Ayudará a identificar países que logran altos niveles de desarrollo humano a costa de un grave deterioro ambiental, y viceversa.
- Permitirá realizar una evaluación más completa y precisa del progreso de las naciones.
- Promovería la adopción de políticas que garanticen el bienestar de las generaciones futuras.

- Al visibilizar la relación entre desarrollo humano y sustentabilidad, se fomentaría la conciencia sobre la necesidad de políticas más respetuosas con el medio ambiente.
- Los gobiernos se verían incentivados a priorizar inversiones en energías renovables, gestión sustentable de recursos y protección de la biodiversidad.
- Esto fomentaría la rendición de cuentas y la transparencia en la gestión ambiental.
- Un indicador de este tipo podría revelar cómo el deterioro ambiental afecta de manera desproporcionada a las poblaciones más vulnerables.
- Al considerar la sostenibilidad, se promovería un modelo de desarrollo más inclusivo, que tenga en cuenta las necesidades de todos los grupos sociales.
- Se promovería una visión más holística del bienestar humano, que incluya la salud del planeta.
- Un indicador de sustentabilidad reforzaría la idea de que el desarrollo es una responsabilidad global, que requiere la cooperación de todos los países y regiones.

Si bien, el nuevo índice permitirá aportar beneficios ya comentada en el párrafo anterior, no significa que sea un índice que no contenga limitaciones, a continuación se enumera algunas de estas limitaciones que presentará dicho índice, considerando que un índice siempre estará sujeto a mejoras, por la naturaleza misma de un índice el de ser flexible en su diseño para actualizaciones futuras.

Las limitaciones se dividirán en general y para el caso de México, así como, por secciones:

Limitaciones Conceptuales

- **Complejidad de la Sustentabilidad**
 - ✓ La sustentabilidad abarca múltiples dimensiones (ambiental, social, económica), lo que dificulta su medición y agregación en un solo índice.
 - ✓ Existe debate sobre qué indicadores son los más relevantes y cómo ponderarlos, lo que puede llevar a diferentes resultados y falta de consenso.
- **Definición de Límites Planetarios**
 - ✓ Establecer umbrales claros para el uso de recursos naturales y la emisión de contaminantes es un desafío, ya que estos límites pueden variar según el contexto y la escala.
 - ✓ La medición del sobregiro ecológico (cuánto excedemos la capacidad del planeta) requiere datos precisos y actualizados, que no siempre están disponibles.
- **Equidad y Justicia Ambiental**

- ✓ Un índice de sustentabilidad debe considerar la distribución equitativa de los costos y beneficios ambientales, tanto entre generaciones como entre grupos sociales.
- ✓ Es necesario abordar las desigualdades en el acceso a recursos naturales y la exposición a riesgos ambientales, que a menudo afectan de manera desproporcionada a las comunidades más vulnerables.

Limitaciones Metodológicas

➤ **Disponibilidad y Calidad de Datos**

- ✓ La recopilación de datos sobre indicadores ambientales y sociales puede ser costosa y compleja, especialmente en países en desarrollo.
- ✓ La falta de datos comparables y actualizados dificulta la elaboración de un índice de sustentabilidad preciso y confiable.

➤ **Ponderación de Indicadores**

- ✓ Determinar la importancia relativa (ponderación) de los diferentes indicadores de sustentabilidad es un desafío, ya que implica juicios de valor y puede generar controversia.
- ✓ La ponderación puede variar según los objetivos y prioridades de cada país, lo que dificulta la comparación entre naciones.

➤ **Escala y Agregación**

- ✓ La sustentabilidad se manifiesta a diferentes escalas (local, regional, global), lo que dificulta su medición y agregación en un solo índice nacional.
- ✓ Es necesario considerar las interacciones entre las diferentes escalas y los efectos de derrame de las actividades humanas.

Desafíos en el caso particular de México

➤ **Diversidad Ecológica y Social**

- ✓ México es un país con una gran diversidad ecológica y social, lo que requiere un enfoque diferenciado para la medición de la sustentabilidad.
- ✓ Es necesario considerar las particularidades de cada región y grupo social, y adaptar los indicadores y metodologías en consecuencia información que es difícil de disponer, por el vacío que existe en el tema.

➤ **Desigualdad y Pobreza**

- ✓ La alta desigualdad y pobreza en México plantean desafíos adicionales para la integración de la sustentabilidad en el desarrollo humano.
- ✓ Es necesario asegurar que las políticas y programas de sustentabilidad beneficien a todos los grupos sociales, y que no exacerben las desigualdades existentes, lograr este equilibrio es todo un desafío.

➤ **Gobernanza Ambiental**

- ✓ La debilidad de la gobernanza ambiental en algunas regiones de México dificulta la implementación de políticas y programas de sustentabilidad.
- ✓ Es necesario fortalecer las instituciones y mecanismos de participación ciudadana para asegurar la protección del medio ambiente y la promoción del desarrollo sustentable.

5.3 Metodología de diseño de los indicadores del IDH a nivel Municipal en México.

Para dar paso al diseño de la propuesta de un subíndice de Sustentabilidad Ambiental, se propone desarrollarlo bajo la herramienta de Análisis Multicriterio.

En el caso del IDH a nivel municipal en México, el método de cálculo toma como referencia los valores internacionales de los indicadores de las variables utilizadas para el cálculo del IDH y de sus dimensiones, expresados en el Informe global Índices e Indicadores de Desarrollo Humano 2018: Actualización Estadística (PNUD, 2018).

A continuación se describe el diseño de cada uno de los subíndices que actualmente es utilizada por el PNUD para el diseño del IDH.

5.3.1 Cálculo de Subíndice de Educación (SE)

El IDH municipal mide el acceso al conocimiento a través de un Subíndice de educación (SE). Este se calcula con el promedio de dos subindicadores: los años de escolaridad esperados para personas de 6 a 24 años, y el promedio de años de escolaridad que tienen las personas mayores de 24:

a. Indicador de Años esperados de Escolaridad (IAE)

El cálculo de este indicador sigue tres pasos. El primero es estimar las tasas de matriculación de las personas de cada edad, para cada municipio, conforme a la siguiente fórmula:

$$TM_{e,m} = \frac{\text{personas inscritas}_{e,m}}{\text{personas}_{e,m}} \dots\dots\dots 7$$

TMe,m representa la tasa de matriculación para las personas entre 6 y 24 años en el municipio m. Este dato se obtiene del Censo de Población y Vivienda 2020, usando la respuesta a la pregunta ¿Asiste actualmente a la escuela?.

El segundo paso es agregar las tasas de matriculación por cada grupo etario en el intervalo para calcular el IAE, conforme a la siguiente fórmula:

$$AE_{t,m} = \sum_{e=6}^{24} TM_{e,m} \dots\dots\dots 8$$

Donde: AE_{t,m} son los años esperados de escolaridad, en el tiempo t, en el municipio m. El tercer y último paso es estimar el IAE, a partir de la siguiente ecuación:

$$IAE_{t,m} = \frac{AE_{t,m} - \text{Valor mínimo de AE}}{\text{Valor máximo de AE} - \text{Valor mínimo de AE}} \dots\dots\dots 9$$

Donde:

- ✓ IAE_{t,m} es el Indicador de Años esperados de Escolaridad en el tiempo t, en el municipio m, para las personas entre 6 y 24 años.
- ✓ El Valor máximo de AE es el referente internacional empleado en la última actualización estadística de los Índices e Indicadores de Desarrollo Humano (PNUD, 2018), que es igual a 18 años esperados de escolaridad. Este es el equivalente a un grado de maestría en la mayoría de los países.
- ✓ El Valor mínimo de AE es el referente internacional empleado en PNUD (2018), que es igual a 0 años esperados de escolaridad.

b. Indicador de Años Promedio de Escolaridad (IAPE)

Este indicador se estima en tres pasos. El primero consiste en usar el Censo de Población y Vivienda 2020 para determinar los años de escolaridad de cada persona. Para ello, se usa la pregunta "¿Cuál fue el último grado aprobado por (nombre) en la escuela?". Con la respuesta (por ejemplo, tercer grado de secundaria), se calculan los años de escolaridad necesarios para completar ese nivel educativo.

El segundo paso es calcular los Años Promedio de Escolaridad (APE), por municipio, para las personas mayores a 24 años, conforme a la siguiente fórmula:

$$APE_{t,m} = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I \text{Años de escolaridad}_{i,t,m} \dots\dots\dots 10$$

Donde:

- ✓ Los años promedios de escolaridad, en el tiempo t, en el municipio m.
- ✓ Es el total de personas i, en el tiempo t, en el municipio m.
- ✓ Es el indicador de cada persona, en el tiempo t, en el municipio m.

Finalmente, el IAPE se calcula incorporando los parámetros de referencia internacionales en la siguiente ecuación:

$$IAPE_{t,m} = \frac{APE_{t,m} - \text{Valor mínimo de APE}}{\text{Valor máximo de APE} - \text{Valor mínimo de APE}} \dots\dots\dots 11$$

Donde:

- ✓ IAPE es el Indicador de Años Promedio de Escolaridad; en el tiempo t, en el municipio m, para las personas mayores de 24 años.
- ✓ El Valor máximo de APE es el referente internacional empleado en la última actualización estadística de los Índices e Indicadores de Desarrollo Humano (PNUD, 2018), que es igual a 15 años promedio de escolaridad. Este valor es el máximo proyectado para este indicador por el PNUD para el año 2025.
- ✓ El Valor mínimo de APE es el referente internacional empleado por PNUD (2018), que es igual a 0 años promedio de escolaridad (personas sin años completados de educación formal).

c. Cálculo del Subíndice de Educación (SE)

A partir de la estimación del IAE y del IAPE, se calcula el SE para cada municipio como el promedio simple de los dos indicadores calculados anteriormente (IAE e IAPE):

$$SE_{t,m} = \frac{IAE_{t,m} + IAPE_{t,m}}{2} \dots\dots\dots 12$$

5.3.2 Cálculo de Subíndice de Salud (SS)

El subíndice de salud del Índice de Desarrollo Humano (IDH) municipal mide el nivel de bienestar y longevidad de la población en los municipios. Para calcularlo, se usa la Esperanza de Vida al Nacer (EVN) de cada municipio y se compara con los valores máximos y mínimos establecidos a nivel global.

Al no poder calcular la Esperanza de Vida al Nacer (EVN) a nivel municipal, el Índice de Desarrollo Humano (IDH) municipal utiliza la Tasa de Mortalidad Infantil (TMI) como un indicador sustituto. Esto es posible porque la TMI y la EVN están fuertemente relacionadas y ambas reflejan la capacidad del sistema de salud para prevenir y tratar enfermedades. El cálculo del subíndice de salud (SS) se realiza siguiendo estos pasos:

a. Estimación de la supervivencia infantil a partir de la tasa de mortalidad infantil.

La supervivencia infantil municipal se estima a partir de la TMI municipal como:

$$SVI_m = 1 - \frac{TMI_m}{1000} \dots\dots\dots 13$$

Donde:

- ✓ SVI_m es la supervivencia infantil en el municipio m.
- ✓ TMI_m es la tasa de mortalidad infantil por cada mil personas nacidas vivas en el municipio m.

b. Estimación de los valores máximo y mínimo de la tasa de supervivencia infantil

En este paso, se expresan los valores de referencia de la supervivencia infantil (SVI) como el recíproco de la TMI:

$$Valor\ máximo\ de\ SVI = 1 - \frac{Valor\ mínimo\ de\ TMI}{1000} \dots\dots\dots 14$$

Donde:

- ✓ Valor máximo de SVI es el referente internacional sobre supervivencia infantil.
- ✓ Valor mínimo de TMI es igual a 1.54, para 2020 y corresponde a Islandia.

$$Valor\ máximo\ de\ SVI = 1 - \frac{Valor\ mínimo\ de\ TMI}{1000} \dots\dots\dots 15$$

Donde:

- ✓ Valor mínimo de SVI es el referente internacional sobre supervivencia infantil.
- ✓ Valor máximo de TMI es igual a 80.1 para 2020 y corresponde a Sierra Leona.

b. Cálculo del Subíndice de Salud municipal (SS)

Finalmente, con la información de los valores máximos y mínimos de la supervivencia infantil, el último paso es calcular el SS municipal:

$$SS_{m,t} = 1 - \frac{SVI_{m,t} - Valor\ mínimo\ de\ SVI}{Valor\ máximo\ de\ SVI - Valor\ mínimo\ de\ SVI} \dots\dots\dots 16$$

Donde es el $SS_{m,t}$ en el tiempo t, en el municipio m.

5.3.3 Cálculo del Subíndice de Ingreso (SI)

El subíndice de ingresos (SI) del Índice de Desarrollo Humano (IDH) municipal evalúa el acceso de la población a los recursos económicos. Para ello, utiliza el Ingreso Corriente Total Per Cápita (ICTPC) de cada municipio, ajustado con el Ingreso Nacional Bruto (INB) y la Paridad del Poder de Compra (PPC). Este ajuste se hace en dólares estadounidenses para permitir la comparación a nivel internacional. Por lo tanto, el SI es igual a:

$$SI_{t,m} = 1 - \frac{\ln (ITPC_{ajustado})_{t,m} - \ln (Valor\ mínimo\ de\ ingreso)}{\ln (Valor\ máximo\ de\ ingreso) - \ln (Valor\ mínimo\ de\ ingreso)} \dots\dots\dots 17$$

Donde:

- ✓ $SI_{t,m}$ es el SI en el tiempo t, en el municipio m.
- ✓ $TPC_{ajustado,t,m}$ es el Ingreso corriente total per cápita anual y ajustado por el INB y el PPC (actualizados a pesos de diciembre de 2020), en el tiempo t, en el municipio m.
- ✓ Según la última actualización del PNUD (2018), el valor máximo de ingreso para el Índice de Desarrollo Humano (IDH) es de \$75,000 dólares per cápita anual (PPC). Este valor se basa en la idea de Kahneman y Deaton (2010), quienes sostienen que el bienestar y el desarrollo humano dejan de aumentar significativamente una vez que una persona alcanza un ingreso promedio por encima de esa cifra.
- ✓ Según el PNUD (2018), el valor mínimo de ingreso para el cálculo del Índice de Desarrollo Humano (IDH) es de \$100 dólares per cápita anual. Este valor no es cero porque se reconoce que las personas en economías de subsistencia producen bienes y servicios que las mediciones tradicionales no capturan. Por lo tanto, esos \$100 permiten incluir esa producción que a menudo se subestima en las estadísticas de ingresos.

El cálculo del SI sigue seis pasos:

- a. Transformación del ITPC a precios constantes comparables con la estimación anterior (2015)

Para fines de comparabilidad, se utiliza como referencia el mes de noviembre (periodo de levantamiento del MCS-ENIGH) de 2015 y 2020 y se transforman a pesos de diciembre 2015, conforme la siguiente fórmula:

$$ITPC_{m,2020,a\ pesos\ de\ dic\ 2015} = ICTPC_{m,2020} \frac{INPC_{dic2015}}{INPC_{nov2020}} \dots\dots\dots 18$$

- b. Cálculo del ITPC anual

A partir de los valores del ITPC en pesos de noviembre de 2015, el segundo paso es calcular el ITPC anual. Como los datos del ITPC son mensuales, sólo es necesario multiplicar por 12 el valor del ITPC.

c. Estimación del factor de ajuste del ITPC con el Ingreso Nacional Bruto (INB)

Con la finalidad de homologar los datos del ITPC (recolectados por medio de encuestas) con los datos de Cuentas Nacionales, se estima un factor de ajuste igual al INB entre la sumatoria del ITPC anual de cada municipio (todo a precios constantes de 2015) multiplicado por su población. Es decir:

$$\text{Factor de Ajuste} = \frac{INB_{2020}}{\sum_i p_i ITPC_{2020,i}} \dots\dots\dots 19$$

d. Ajuste del ITPC con el INB

El ajuste del ITPC se hace multiplicando el ITPC anual, a pesos de diciembre de 2015, por el factor de ajuste calculado en el paso anterior.

e. Ajuste con el PPC

Con el propósito de hacer comparables los valores del ITPC con los parámetros de referencia internacionales, el penúltimo paso es convertir el ITPC a dólares PPC. Esto se hace dividiendo el ITPC, obtenido en el paso anterior por el indicador de PPC. El indicador resultante es el ITPC ajustado.

f. Cálculo del Subíndice de Ingreso (SI)

A partir de la estimación del ITPC ajustado por inflación, INB y PPC, el SI se calcula conforme a la fórmula del inicio:

$$SI_{t,m} = \frac{\ln(ITPC_{ajustado})_{t,m} - \ln(\text{Valor mínimo de ingreso})}{\ln(\text{Valor máximo de ingreso}) - \ln(\text{Valor mínimo de ingreso})} \dots\dots\dots 20$$

Cálculo del Índice de Desarrollo Humano Municipal

El Índice de Desarrollo Humano municipal es igual a la media geométrica de sus tres subíndices:

$$IDH_m = (SI_m * SE_m * SS_m)^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots 21$$

5.4 Diseño de un Indicador de Sustentabilidad Armónica para ser agregado al IDH (propuesta)

Como se ha venido mencionando en relación al alcance de este tema de investigación, la propuesta de nombre del indicador es: Indicador de Sustentabilidad Armónica (ISA), es importante

contextualizar que esta propuesta se sugiere se diseñe desde el marco teórico de la Economía Ecológica.

Este enfoque surge del Marxismo, bajo la idea que existe una interacción y flujo de energía en el medio ambiente, dándose todo en términos de energía (Costanza, 1999). Además, es una visión ecocéntrica y no antropocéntrica, aplicando el uso de diferentes dimensiones como el de la multidisciplina, la interdisciplina y la transdisciplina como se mencionó en las tablas anteriores.

Comparte también la idea de transitar hacia un crecimiento cero, en el que se consuma solo lo que se obtenga de producción cada año y con ello, evitar la destrucción ecológica, degradación ambiental y deterioro de la calidad de vida, así, todos los sistemas deben estar subordinados a un sistema mayor, como se establece en la segunda ley de la termodinámica.

La Economía Ecológica ve la distribución no como un problema de activos e ingresos, sino como un problema ecológico: la distribución de recursos naturales y la gestión de residuos. Según Folchi (2019), son las normas y acuerdos sobre el acceso a los recursos y el manejo de los desechos los que permiten que existan ciertos sistemas de producción.

Independientemente de cómo se manejen los costos ambientales de una actividad productiva (ya sea restaurando ecosistemas, compensando a los afectados, invirtiendo en tecnología o aplicando impuestos verdes), es indispensable poder cuantificarlos. La Economía convencional solo sabe hacerlo de una manera: asignando valores monetarios a los daños ambientales. Para esto, ha creado varios métodos. Por su parte, la Economía Ecológica ha ido más allá. Además de la valoración monetaria, ha desarrollado otros métodos de valoración que usan indicadores biofísicos y sociales. El objetivo de estos métodos es respetar la contabilidad de la propia naturaleza y de las personas..

Las bases de los estudios de la sustentabilidad se dividen en tres dimensiones principales: económica, social y ambiental. Sin embargo, para este de investigación, el enfoque se centrará únicamente en la dimensión ambiental. La razón es que el objetivo principal es diseñar un subíndice de sustentabilidad que pueda ser integrado al Índice de Desarrollo Humano (IDH), y la dimensión ambiental es la que proporciona la información necesaria para este propósito.

Las otras dos dimensiones presentan limitaciones:

- La dimensión económica ya se ha abordado en muchos índices de desarrollo que se conocen actualmente.

- La dimensión social, caracterizada por la relación depredadora que los humanos mantenemos con la naturaleza (llamada Antropoceno), no mejora las condiciones ambientales.

Al contrario, los humanos se han convertido en los mayores depredadores de los recursos naturales y de su propia existencia. Por esta razón, y siguiendo el marco teórico de la economía ecológica, que se basa en el ecocentrismo (una filosofía que se centra en la naturaleza y no en el ser humano), se ha decidido que el nuevo indicador partirá de la dimensión ambiental.

Aunado a los daños ambientales mencionados en el párrafo anterior, a continuación, se enumeran los principales problemas ambientales que mayormente destacan:

- ✓ Enrarecimiento de la capa de ozono
- ✓ Lluvia ácida
- ✓ Contaminación del aire
- ✓ Deforestación
- ✓ Cambio de cobertura vegetal
- ✓ Pérdida de biodiversidad
- ✓ Pérdida de suelo/erosión
- ✓ Contaminación de aguas marinas y continentales
- ✓ Escasez de agua potable
- ✓ Generación y tráfico de desechos sólidos y peligrosos
- ✓ Cambio climático

Para el diseño del subíndice partiremos de la última problemática ambiental, que es el cambio climático como problema central, no significa que el resto de los problemas no son igual de relevantes, si no, por la magnitud de afectación ambiental generado por el calentamiento global, también conocido como cambio climático.

Los cambios climáticos se clasifican en dos grupos principalmente:

Directos: Dióxido de carbono, Metano, Óxido nitroso, Compuestos Alogenados, Ozono, Troposférico, Vapor de agua.

Indirectos: Óxido de nitrógeno, Monóxido de carbono.

De estos dos grupos nos enfocaremos solamente en el primer grupo, es decir, en las afectaciones directas, que de acuerdo al Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, 2018), los cuatro sectores que mayormente contribuyen en la emisión de gases de efecto invernadero son:

- ✓ Energía
- ✓ Ganado
- ✓ Procesos industriales y usos de productos
- ✓ Residuos

De los sectores que emiten mayor contaminación se elegirán los tres primeros, que son más representativa y por la disponibilidad de información a nivel nacional, no así, a nivel Municipal. Siendo la disponibilidad de información a nivel local la limitante para el desarrollo de una propuesta definitiva.

De ahí que se propone una ecuación con las siguientes variables para el diseño del Indicador de Sustentabilidad Armónica (ISA) como sigue:

Indicador de Sustentabilidad Armónica (ISA) = Energía (E), Ganado (G), Procesos Industriales y usos de Productos (PIP).

$$ISA = E, G, PIP \dots\dots\dots 22$$

Una vez identificado las variables que se utilizará para el diseño del ISA, se debe proceder a la búsqueda de información que permita la construcción del indicador. En ese sentido, a continuación se presentan los datos disponibles hasta el momento.

Tabla 16.- Base de datos para la construcción de ISA.

Distribución de las emisiones de carbono negro por sector Mt CO ₂ e*			
Año	Generación de energía eléctrica	Procesos industriales	Ganadería
1990	67	33	66
1991	69	32	65
1992	67	32	64
1993	69	32	65
1994	83	35	66
1995	78	34	66
1996	83	38	64
1997	92	38	64
1998	101	39	64
1999	101	39	63
2000	116	39	64
2001	121	35	64
2002	120	35	65
2003	130	37	65
2004	128	39	65
2005	133	41	65
2006	133	44	65
2007	133	48	65
2008	125	49	65
2009	133	46	66
2010	134	50	66
2011	138	52	67
2012	145	53	65
2013	149	53	67
2014	142	56	67
2015	148	54	71
2016	169	55	71
2017	163	58	72
Totales	3270	1196	1842

*Unidad de Medida: Millones de toneladas CO₂ equivalente

Fuente: Elaboración propia con base en el INECC (2024).

Como se observó, se realizó un análisis de los indicadores de sustentabilidad a través de la revisión de literatura para conocer y descartar el enfoque bajo las cuales fueron diseñados, o por lo menos, conocer las variables que utilizaron para su diseño bajo las características de dos enfoques teóricos principales, Economía Ambiental y Economía Ecológica, dando como resultado que la mayoría de los indicadores de sustentabilidad que se revisó utilizaron características planteadas por la economía ambiental, esto explica de manera importante las razones por el que a pesar de ser conscientes de las afectaciones ambientales no cambiamos nuestros hábitos de producción y consumo, ya que desde esta visión se permite la sustituibilidad de los recursos creados por el hombre por los recursos naturales, basta con solo pagar en términos económicos por los daños ambientales causados, sin considerar los recursos irrenovables que aún pagando, ya no se podrán recuperar y en cuanto a los recursos renovables, la capacidad de agotamiento es mucho mayor a su capacidad de generación. Por esta

razón, se plateó como marco teórico la Economía Ecológica para el diseño del nuevo indicador, ya que esta visión permite valorar los recursos naturales en sí mismos y como sujetos de derechos.

Así mismo, queda demostrado el vacío que presenta actualmente el IDH para medir los efectos antropocéntricos en el planeta, siendo esto una contradicción, ya que el IDH pregona la búsqueda de un mayor nivel de desarrollo humano, sin embargo, el nivel de desarrollo está en función del daño ambiental que se causa, por esta razón es importante agregar un subíndice de dimensión ambiental que mida los efectos antropocéntricos en el planeta, es decir, se sugiere replantear el diseño del IDH acorde a los nuevos retos ambientales del mundo contemporáneo.

Capítulo 6. Análisis e interpretación de resultados

En este penúltimo capítulo se desarrollarán los principales resultados obtenidos de la aplicación de un cuestionario a tres grupos de la sociedad: Estudiantes, profesores investigadores de temas ambientales y empresarios/emprendedores para conocer la ponderación que se le asignará a cada indicador que integrará el Índice de Desarrollo Humano, con la consideración que de tres indicadores se sugiere pasar a cuatro.

Además, este cuestionario aportó información relacionada con la percepción que este grupo de la sociedad tiene en relación a las afectaciones ambientales.

Como se mencionó con anterioridad, el alcance de este tema de investigación es una revisión teórica que permite demostrar la debilidad del Índice de Desarrollo Humano y plantear una ruta a seguir para el diseño de un indicador que debe complementar al IDH ante los grandes desafíos ambientales en el mundo contemporáneo.

En ese sentido, se trabajó en una revisión conceptual y teórico para elegir la categoría analítica bajo el que se propone diseñar la propuesta de un indicador que reúna las condiciones para ser integrado en el IDH. Por otro lado, se realizó una revisión de los indicadores de sustentabilidad para su valoración en relación a las variables consideradas en su diseño, con base en dos enfoques teóricos: Economía Ambiental y Economía Ecológica.

Una vez descartado cada uno de los indicadores de sustentabilidad bajo los enfoques teóricos mencionados se procedió a resolver un segundo aspecto, si se agregara un indicador al IDH, significa que de 3 indicadores pasara a 4 indicadores, considerando que bajo la modalidad actual para la asignación de la ponderación de los indicadores solo se promediaron los 3 indicadores, lo que significa que cada uno tiene el mismo valor dentro del IDH. Para resolver el aspecto de la ponderación de la integración de un indicador más, se procedió a realizar un trabajo de campo aplicando un cuestionario a tres sectores principales de la sociedad que pueda aportar mayor información para la toma de dicha decisión, estos grupos poblacionales son: Profesores investigadores de temas relacionados con la sustentabilidad/ambiental y de desarrollo humano, estudiantes de nivel licenciatura y empresarios o dueños de negocios.

Para efectos de determinar el número de encuestas a aplicar a cada uno de los sectores se utilizó la metodología por conveniencia, siendo esta, una de las herramientas recomendables para estudios de corte teórico, por varias razones, entre las que destacan, por la disponibilidad y acceso que se tiene hacia los entrevistados, presupuesto disponible y disponibilidad de personal para la aplicación de las encuestas.

La distribución del número de encuestados quedo distribuido de la siguiente manera.

Tabla 17. Tabla número de encuestados.

Encuestados	Número
Estudiantes	90
Profesores	5
Empresarios/Emprendedores	20

Fuente: Elaboración propia (2025).

Este mismo cuestionario se aprovechó para conocer el grado de conocimiento que estos sectores de la población tienen en relación a las consecuencias del calentamiento global.

Las preguntas que se aplicaron fueron las siguientes:

Imagen 26. Cuestionario.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO**
Facultad de Economía
División de Estudios de Posgrado



CUESTIONARIO

Pregunta para definir la ponderación de un Indicador de Sustentabilidad Armónica (ISA) para ser agregado al Índice de Desarrollo Humano (IDH)

El IDH fue diseñado bajo la metodología de un indicador compuesto y para la ponderación de los subíndices que integra (Educación, Ingreso, Salud) solo se obtiene un promedio simple de los tres subíndices. En este sentido, someto a su valiosa consideración las siguientes preguntas.

1.- Si deseáramos agregar un ISA al IDH, ¿Considera que se debe asignar una ponderación a cada subíndice?

- a) Si ☐
- b) No ☐

2.- Si su respuesta fue afirmativa, qué ponderación considera debe asignarse a cada subíndice:

Educación
Salud
Ingreso
ISA

3.- Conoce indicadores de Desarrollo Sustentables.

Si ☐ No ☐

4.- Cuales considera que son las causas por el que la sociedad no cambia su comportamiento ante el eminente cambio climático.

- a) Falta de información de temas ambientales (☐)
- b) Falta de difusión de los indicadores de sustentabilidad (☐)
- c) Falta de conciencia de las afectaciones ambientales (☐)
- d) Indiferencia de las personas ante el cambio climático (☐)

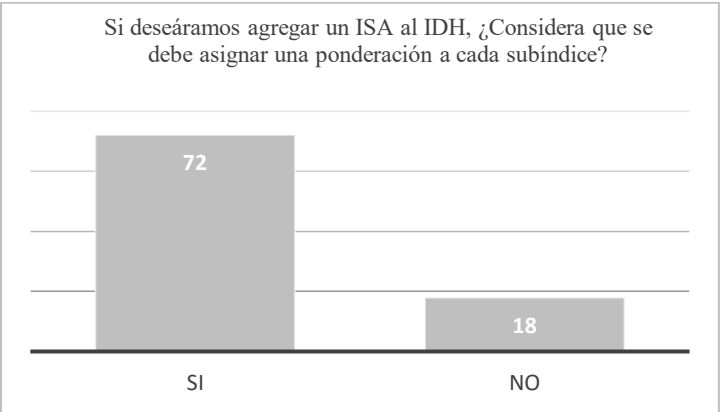
Fuente: Elaboración propia (2025).

A continuación se mostrarán la respuesta de cada bloque de la sociedad encuestada.

Estudiantes

En relación a la primera pregunta, esta quedo planteada de la siguiente manera: Si deseáramos agregar un ISA al IDH, ¿Considera que se debe asignar una ponderación a cada subíndice?

Gráfica 12. Asignación de ponderación a subíndices del IDH respuesta estudiantes.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Esta pregunta se elaboró con el objetivo de conocer de manera directa que piensan los estudiantes en relación a si debe asignarse una ponderación en caso que se le agregara un indicador más al IDH, o simplemente promediarlo entre cuatro, como se hace actualmente, en este sentido, como se observa, 72 estudiantes de un total de 90 respondieron que sí debe asignarse una ponderación a cada indicador, en términos porcentuales significa que el 80% está de acuerdo y solamente el 20% considera que no es necesario y que la opción sea promediarlo. Este es un elemento muy importante en principio, dado que, resuelve la discusión que se da en cuanto a las propuestas que se ha intentado desarrollar para complementar el IDH.

En relación a la siguiente pregunta que quedó planteada de la siguiente manera: Si su respuesta fue afirmativa, qué ponderación considera debe asignarse a cada subíndice.

En este caso, para obtener un dato que aporte más información para la toma de decisiones, se procedió a promediar las respuestas que se obtuvieron y posteriormente generar la gráfica.

Las respuestas promediando las respuestas, fueron las siguientes:

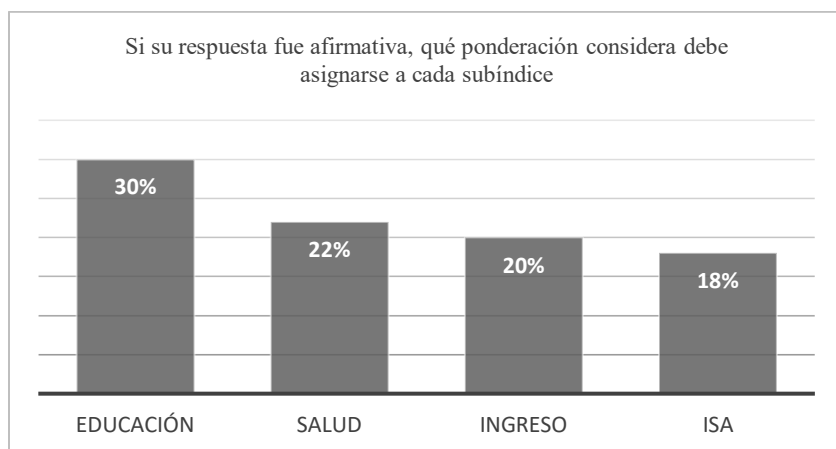
Tabla 18. Concentrado de respuestas.

Educación	30%
Salud	22%
Ingreso	20%
ISA	18%

Fuente: Elaboración propia (2025).

Gráficamente se observa de la siguiente manera.

Gráfica 13.- Ponderación que los estudiantes consideran debe asignarse a los subíndices.



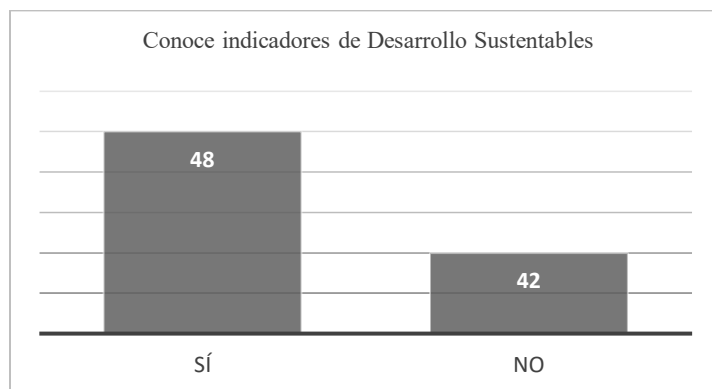
Fuente: Elaboración propia (2025).

Como se observa, la variable que de acuerdo a la opinión de los estudiantes debe asignarse mayor peso o ponderación es la Educación, seguido de la Salud, el Ingreso y como último lugar la variable ISA que mediría los efectos del Antropoceno en el planeta.

Se puede inducir de acuerdo a los resultados obtenidos que la Educación es la variable que debe atenderse, ya que determina el comportamiento y genera conciencia en las personas y, a su vez incide en el resto de las variables. En este sentido, se podría predecir que con una educación ambiental es posible reducir los efectos del calentamiento global en el planeta.

En relación a la siguiente pregunta que dice lo siguiente: ¿Conoce indicadores de Desarrollo Sustentables? Se obtuvieron los siguientes resultados.

Gráfica 14. Conocimiento de indicadores de sustentabilidad por estudiantes.



Fuente: Elaboración propia (2025).

En términos porcentuales el 53.3% de los estudiantes respondieron conocer indicadores de desarrollo sustentable, si esto es así, significa que tienen un cierto grado de conocimiento de la gravedad de las afectaciones ambientales. El restante 46% no tiene conocimiento de algún indicador de desarrollo sustentable, esto es realmente preocupante, dado que, son estudiantes de nivel licenciatura que por su grado académico deberían tener mayor información y conocimiento del estado del calentamiento global, ya que esto podría mejorar el comportamiento hacia la naturaleza, sin embargo, no es así, mientras que dentro del programa educativo no se considere el estudio de los temas ambientales, este indicador mantendrá su tendencia de la misma manera.

La última pregunta realizada es el siguiente: ¿Cuáles considera que son las causas por el que la sociedad no cambia su comportamiento ante el eminente cambio climático? Ante la pregunta se obtuvieron las siguientes respuestas.

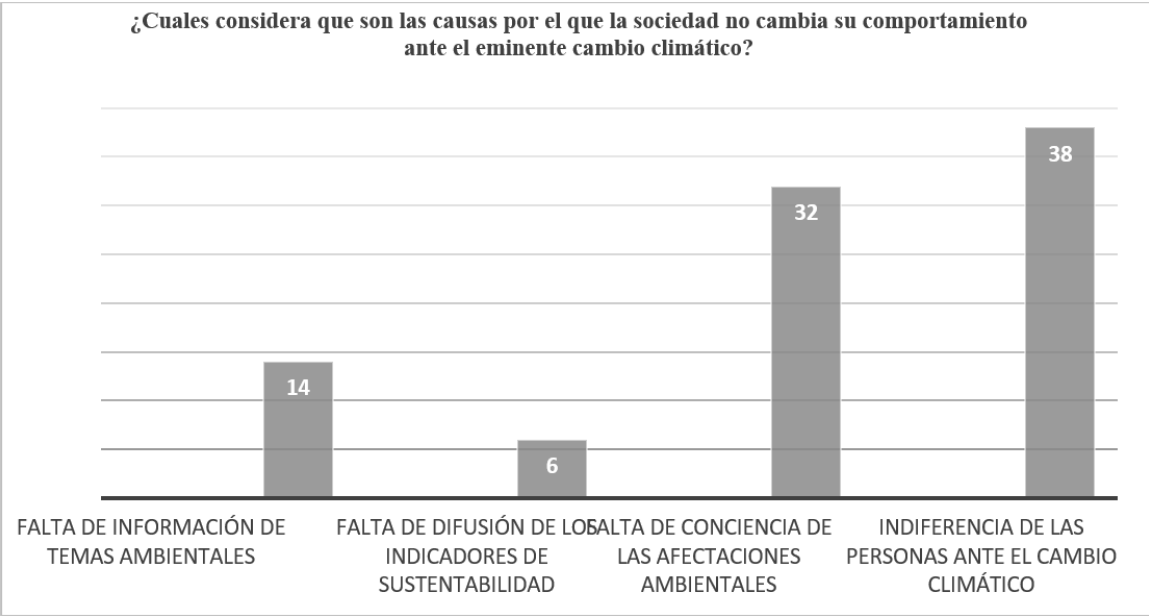
Tabla 19. Concentrado de respuestas de estudiantes.

Falta de información de temas ambientales	14
Falta de difusión de los indicadores de sustentabilidad	6
Falta de conciencia de las afectaciones ambientales	32
Indiferencia de las personas ante el cambio climático	38

Fuente: Elaboración propia (2025).

Gráficamente se observa de la siguiente manera.

Tabla 20. Causas que incide para no cambiar ante el cambio climático de acuerdo a los estudiantes.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Se puede observar que el 42% de los encuestados consideran que la causa principal que explica que las personas no son empáticos con los problemas ambientales es por la indiferencia, es decir, a pesar que tienen cierto grado de conocimiento de las problemáticas del calentamiento global, no muestran empatía o preocupación alguna por cambiar sus hábitos a favor de la naturaleza.

Profesores

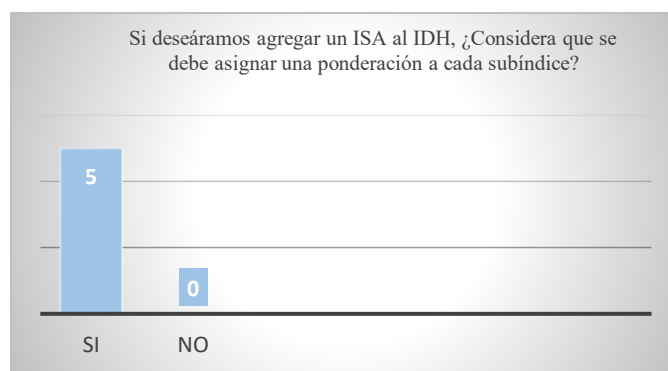
En el segundo bloque encuestado que es el de profesores, se obtuvieron los siguientes resultados:

En relación a la primera pregunta que dice lo siguiente: Si deseáramos agregar un ISA al IDH, ¿Considera que se debe asignar una ponderación a cada subíndice?. Se obtuvieron las siguientes respuestas.

Tabla 21. Respuesta ponderación o no de subíndice al IDH respuesta profesores.

Si	5
No	0

Gráfica 15. Asignación de ponderación a subíndice en el IDH respuesta profesores.

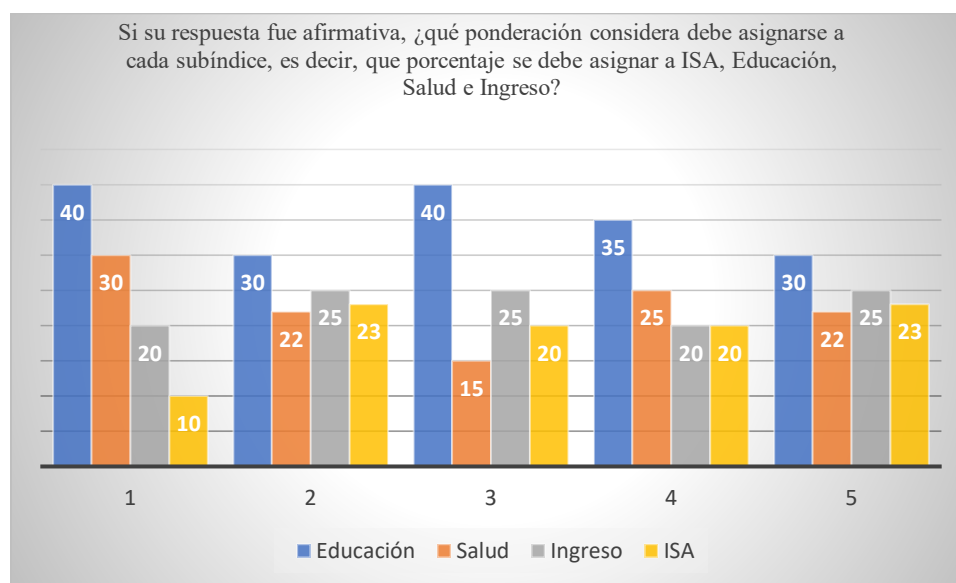


Fuente: Elaboración propia (2025).

Como se observa en la gráfica anterior, el 100% de los profesores encuestados consideran que debe asignarse una ponderación a los indicadores del IDH, eso significa que no debe promediarse cada vez que se agregue un indicador, se deberá por lo tanto, definir que indicador tendrá más peso que otro en el componente del IDH. Esta aportación es importante, dado que se le aplicó la encuesta a profesores universitarios que a pesar de ser profesores su área de conocimiento está relacionado con temas ambientales.

En relación a la segunda pregunta que dice lo siguiente: Si su respuesta fue afirmativa, ¿Qué ponderación considera debe asignarse a cada subíndice, es decir, que porcentaje se debe asignar a ISA, Educación, Salud e Ingreso?. En este sentido se obtuvieron las siguientes respuestas:

Gráfica 16. Ponderación que debe asignarse a los subíndices del IDH respuesta de profesores.

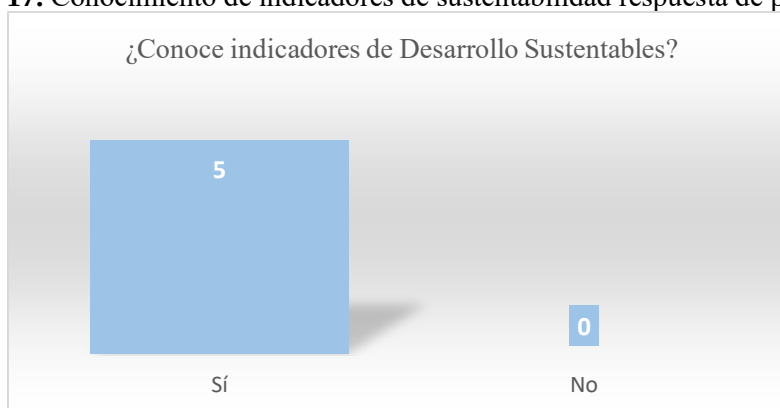


Fuente: Elaboración propia (2025).

En este caso, se muestra en la gráfica anterior la respuesta de cada profesor encuestado, como se puede observar todos los profesores asignan un porcentaje alto al indicador de Educación, en segundo lugar tres de cinco profesores consideran que el indicador que debe también ponderarse con un mayor peso seguido de Educación es el Ingreso, como tercera posición en ponderación ligeramente sobre el indicador Salud, colocaron al indicador ISA y como última posición el indicador Salud. En este contexto se puede decir que un indicador que aporte información de las afectaciones ambientales no debe ser considerado por prioridad dentro del IDH.

En relación a la tercera pregunta que dice lo siguiente: ¿Conoce indicadores de Desarrollo Sustentable?, se obtuvieron las siguientes respuestas.

Gráfica 17. Conocimiento de indicadores de sustentabilidad respuesta de profesores.

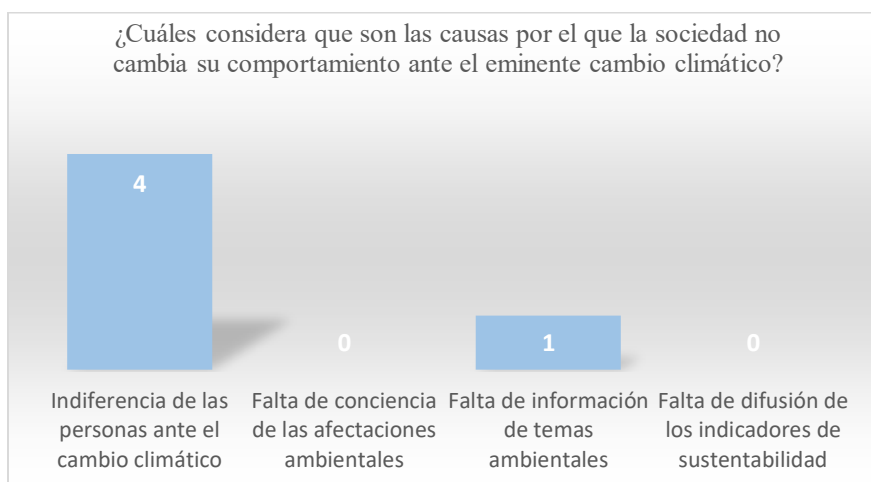


Fuente: Elaboración propia (2025).

Como se puede observar, el total de profesores encuestados conocen indicadores de desarrollo sustentable, esto es congruente con las líneas de investigación de los profesores, dado que cuentan con amplio conocimiento de temas ambientales. Esta respuesta tiene relación con la respuesta de la siguiente pregunta.

¿Cuáles considera que son las causas por el que la sociedad no cambia su comportamiento ante el eminente cambio climático?. Ante esta pregunta se obtuvieron las siguientes respuestas:

Gráfica 18. Causas por el que la sociedad no cambia sus hábitos de acuerdo a los profesores.



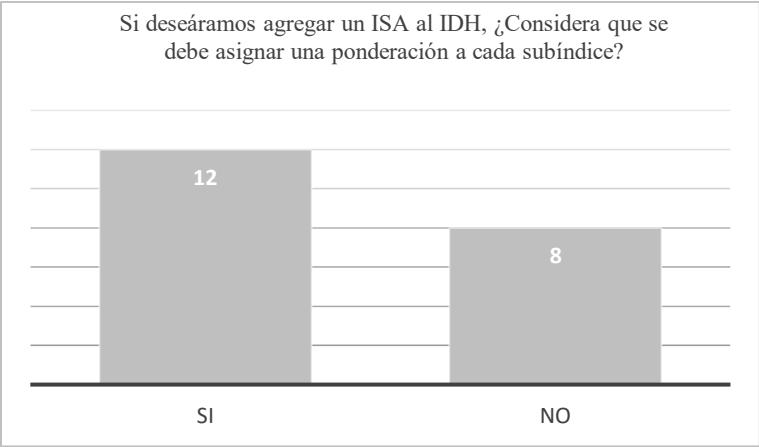
Fuente: Elaboración propia (2025).

En cuanto a las respuestas de los profesores, cuatro de ellos consideran que una de las causas por el que las personas no cambian sus hábitos ante el calentamiento global es la indiferencia hacia los fenómenos ambientales, esto está asociado con planteamientos realizados por el enfoque teórico de la economía ambiental que tiene como uno de sus instrumentos el pago por daños ambientales, que básicamente consiste en el hecho de compensar los daños que se le causa al medio ambiente con recursos económicos, bajo esta visión, se le permite a la sociedad seguir dañando al medio ambiente mientras pague por esos daños, esto definitivamente no genera conciencia ambiental, mucho menos empatía por la preservación de los recursos naturales y solamente un profesor respondió que esto se debe a la falta de información, esta respuesta es relevante en el sentido que la mayoría de la población solamente considera que el calentamiento global existe cuando percibe el incremento de la temperatura o ante un huracán, etc. pero, desconocen las causas y sus hábitos siguen siendo el mismo por este vacío de información que existe en la población.

Empresarios/Emprendedores

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de este último grupo selecto para la aplicación del cuestionario. Ante la primera pregunta: Si deseáramos agregar un ISA al IDH, ¿Considera que se debe asignar una ponderación a cada subíndice?. Se obtuvieron las siguientes respuestas.

Gráfica 19. Consideración de asignar ponderación a los subíndices del IDH respuesta empresarios.

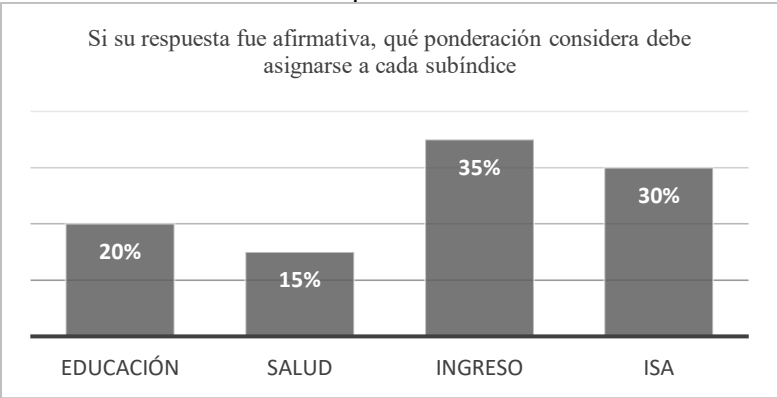


Fuente: Elaboración propia (2025).

Como se observa, un 60% de los encuestados están de acuerdo en que se asigne un peso diferente a cada indicador que compone el IDH, esta respuesta es interesante, como se mencionó anteriormente es el sector que mayormente genera contaminación en el planeta. Por lo tanto, el hecho que los empresarios coinciden en que si debe asignarse una ponderación a cada indicador es positivo, independientemente del indicador que consideran debe tener mayor peso.

En relación a la segunda pregunta: Si su respuesta fue afirmativa, ¿Qué ponderación considera debe asignarse a cada subíndice?. Se obtuvieron los siguientes resultados.

Gráfica 20. Ponderación que debe asignarse a cada subíndice del IDH de acuerdo a los empresarios.

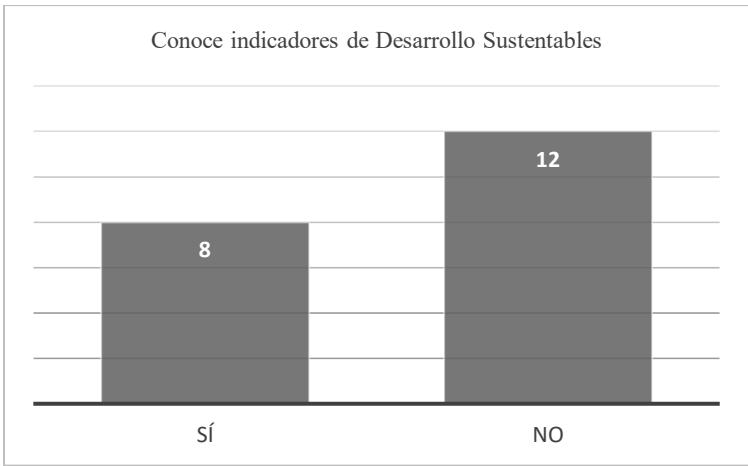


Fuente: Elaboración propia (2025).

Los encuestados respondieron que debe ponderarse con mayor peso el indicador Ingreso con un 35%, en segundo lugar colocan al ISA con un 30%, esta respuesta llama la atención dado que consideran que el tema ambiental si es relativamente importante entre los indicadores, a pesar que es el sector que genera más afectaciones ambientales, el peso resulta alto en relación con la respuesta del resto del grupo encuestado.

A continuación veremos el comportamiento de la respuesta de la siguiente pregunta: ¿Conoce indicadores de Desarrollo Sustentables?.

Gráfica 21. Conocimiento de indicadores de sustentabilidad respuesta de empresarios.

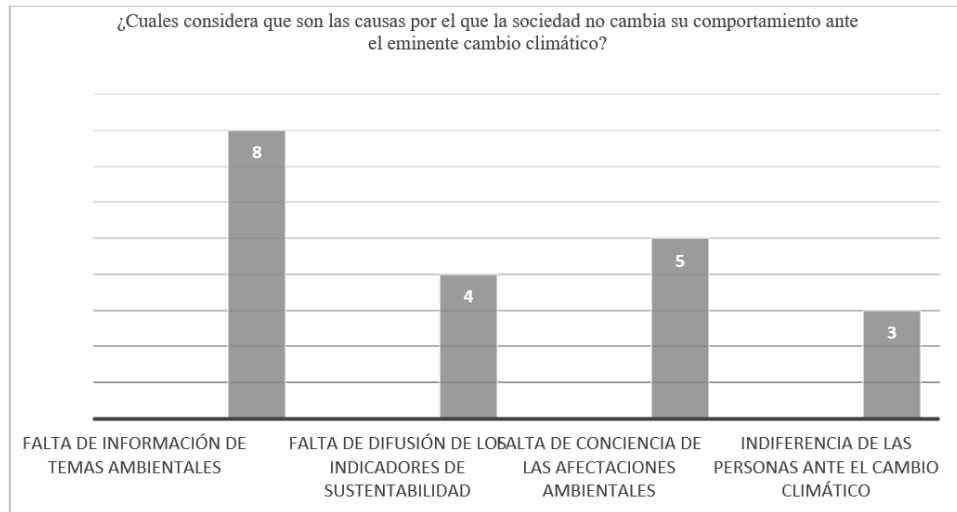


Fuente: Elaboración propia (2025).

De acuerdo a la respuesta de los encuestados, el 60% conoce alguno de los indicadores de desarrollo sustentable, este grado de conocimiento explica la respuesta a la primera pregunta en cuanto a la asignación de una ponderación en segundo lugar de importancia a ISA de cuatro indicadores. El hecho que no hay desconocimiento de información de temas ambientales en el sector es un paso importante para generar estrategias que involucre la participación de los empresarios para mitigar los efectos ambientales.

En relación a la última pregunta: ¿Cuáles considera que son las causas por el que la sociedad no cambia su comportamiento ante el eminente cambio climático? Se obtuvieron las siguientes respuestas.

Gráfica 22. Causas por el que la sociedad no cambia sus hábitos ante el cambio climático de acuerdo a los empresarios.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Los empresarios consideran que la causante de la existencia de los daños ambientales es por falta de información de estas afectaciones, es decir, el 40% así lo considera y el resto 60% se distribuye entre la falta de conciencia de las afectaciones ambientales y en tercera posición la falta de difusión de los indicadores de sustentabilidad. Esto significa de acuerdo a la opinión de los empresarios, hace falta trabajar mucho más en dar a conocer a la sociedad las afectaciones ambientales.

De acuerdo al resultado de trabajo de campo, se obtuvieron respuestas distintas ante un mismo problema que es el calentamiento global y el vacío que presenta actualmente el IDH en cuanto a la medición de los efectos ambientales causados por los seres humanos, siendo esta una visión antropocentrista que prioriza el rol del ser humano por encima de otros seres como lo es, los recursos naturales que dentro de esta percepción no son sujetos de derechos, esto explica las razones por el que a pesar de ser conscientes de los problemas ambientales seguimos causando daños ambientales, es decir, nos resistimos a cambiar nuestros hábitos de consumo para dejar de ejercer presión sobre los recursos naturales, ya que el daño que le causamos es mucho mayor a la capacidad que tiene para generarse.

Por ello, como alternativa ante la visión anterior se encuentra la economía ecológica, marco teórico desarrollado en este tema de investigación, que propone considerar a los recursos naturales como recursos sujetos de derechos, lo que cambia completamente la percepción que debemos de tener hacia la naturaleza, esto nos llevaría además de ser conscientes de las problemáticas ambientales, a cambiar

nuestros hábitos ante la dicotomía sociedad-naturaleza. Esta visión se encuentra alineada a las propuestas de la sustentabilidad fuerte y superfuerte y el ecocentrismo, que valoran a los recursos naturales en sí mismo, independientemente si prestan o no servicios ecosistémicos a la sociedad.

Ante estos resultados de las encuestas aplicadas, en el siguiente capítulo se desarrolla de manera más amplia el análisis de las respuestas.

Capítulo 7. Hallazgos y propuesta

En este capítulo se desarrollarán los principales resultados que se obtuvieron de la investigación realizada, así como las recomendaciones que se sugiere se realicen derivado de este trabajo de investigación.

En este trabajo de investigación partió en la revisión de un marco conceptual y teórico que permitió determinar la categoría analítica bajo el cual se abordó el tema de investigación. Una vez resuelto lo antes mencionado, se llegaron a los siguientes resultados.

- La revisión realizada desde el marco conceptual del tema permitió definir la relación que existe entre el concepto de sustentabilidad, IDH y el Antropoceno, en este sentido, surge la crítica hacia el IDH dado que en la búsqueda de un mayor nivel de desarrollo se permite el daño ambiental para alcanzar dicho nivel de desarrollo, bajo esta tendencia se pone en riesgo no solamente la vida ambiental, sino, de nuestra propia existencia en el planeta.
- En cuanto a la revisión de marcos teóricos que han aportado elementos para el análisis de la sustentabilidad, se encontró que la propuesta de la Economía Ecológica propone características que atiende mayormente los aspectos ambientales, además de considerar la multi y transdisciplina como elementos importantes para el análisis de los fenómenos ambientales. Esta visión se clasifica dentro de la sustentabilidad fuerte y el ecocentrismo que considera que la naturaleza tiene un valor intrínseco, es decir, no se considera solamente por los servicios que proporciona a la sociedad, si no, por el valor que tiene en sí mismo. Además, en este enfoque teórico se permite los análisis inter e intrageneracional.
- Derivado de la revisión teórica del IDH desde la primera publicación hasta el publicado en el año 2025, se encontró que no existe un indicador que mide de manera permanente el nivel de afectaciones ambientales en el IDH, considerando que este índice promueve un desarrollo verdaderamente humano, en este sentido, no debe desvincularse del calentamiento global que se convirtió en un desafío a mitigar como sociedad. La ausencia de un indicador de la dimensión ambiental de la sustentabilidad en el IDH se convierte en un desafío en el mundo contemporáneo.
- Los resultados derivados de las encuestas aplicadas a tres grupos de la sociedad: Estudiantes, Profesores universitarios con conocimiento en temas ambientales y Empresarios, indican que si se debe asignar una ponderación a los indicadores que componen el IDH, esta ponderación debe ser priorizado en primer lugar por el indicador Educación, en segundo lugar se posiciona la Salud e Ingreso indistintamente y como última posición el indicador ISA que contemplará variables ambientales. Las respuestas que se obtuvieron indican que a pesar de las graves afectaciones ambientales que los seres humanos le generamos al planeta, no se considera hasta el momento como un problema que deba atenderse con urgencia. Lo anterior explica las razones por el que los indicadores de sustentabilidad mantienen una pendiente positiva, independientemente que se pone en riesgo la existencia de nuestra propia vida en el planeta.

- En relación al conocimiento que tienen los encuestados de los indicadores de sustentabilidad, en general respondieron que si conocen indicadores que miden las afectaciones ambientales, si esto es así, cual es la explicación de los daños ambientales y el calentamiento global que cada vez se percibe con mayor intensidad, la respuesta de los sectores encuestados de la población es que existe una gran indiferencia de las personas por el tema ambiental, se sigue percibiendo como un problema ajeno a nuestros hábitos de producción y consumo.
- Finalmente, se afirma la aceptación de la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, es decir, la viabilidad técnica, la viabilidad teórica, la congruencia metodológica y la compatibilidad con otros indicadores, son características que debe contener el IDH para que refleje de manera condensada y efectiva el nivel de sustentabilidad de un territorio.

Propuesta de posibles líneas de investigación

A continuación se describen algunas posibles líneas de investigación que permitirá complementar y enriquecer este trabajo de investigación.

- Dado el alcance teórico de este tema de investigación y los resultados obtenidos, se sugiere en una siguiente etapa proceder al diseño de un indicador para ser agregado al IDH, considerando los elementos desarrollados en este trabajo de investigación.
- El indicador que se diseñará se propone que sea a nivel Municipal, ya que los fenómenos naturales suceden a nivel local y generar información a esta escala de análisis es lo más recomendable para este tipo de investigación.
- Para lograr lo anterior, se propone trabajar en la generación de información de cada una de las variables a utilizar para el diseño del indicador de la dimensión ambiental de la sustentabilidad.
- El marco teórico que hasta el momento reúne los elementos que busca la preservación de los recursos naturales desde el ecocentrismo es la Economía Ecológica, siendo este el marco teórico bajo el que debe sustentarse el diseño del indicador. No se descarta realizar una revisión a profundidad exclusivamente de los marcos teóricos que abordan el tema ambiental.
- Otras de las líneas de investigación que se deriva de este trabajo es la “comunicación asertiva de la información” dado que en la pregunta tres, la mayoría de las personas encuestadas de los tres bloques respondieron conocer indicadores de desarrollo sustentable, si esto es así, lo que explica el incremento de los límites planetarios es la falta de una comunicación asertiva de la información a sectores claves de la sociedad que inciden en el resto de la sociedad para comenzar a cambiar sus hábitos de producción y consumo. Es decir, se debe mantener la

congruencia entre el público a quien se dirige el mensaje, el mensaje que se quiere dar y el medio que se utilizará para hacer llegar el mensaje. Que el objetivo sea lograr que la sociedad se identifique con los problemas ambientales y romper esta brecha de comunicación entre la comunidad científica y los grupos claves tomadores de decisiones de la sociedad. A continuación facilito algunas referencias bibliográficas que ayudan a analizar este tema:

- Arikan, Gizem, Gizem Melek, and Defne Gunay (2022). Emotions in climate change communication. All experimental investigation. *Communications*. 47 (2). 307-317.
- Bloomfield, E. (2019). *Communication strategies for engaging climate skeptics: Religion and the environment*. Routledge.
- Burns, T. W., O'Connor, D. J; Stocklmayer, S. M. (2003). Science communication: a contemporary definition. *Public understanding of science*. 12 (2). 183-202.
- Chapman, Daniel A., Brian Lickel, and Ezra M. Markowits (2017). Reassessing emotion in climate change communication. *Nature climate change*. 7 (12). 850-852.
- Liu, Shujun and Kai Kuang (2024). The role of emotions in climate change communication: Examining the effects of strategy and issue framing on emotional responses and online climate action intentions. *Current Psychology*. 43(33). 27070-27083.
- Nicolaisen, P. (2022). Role perceptions in climate science communication. *Environmental communication*. 16(8). 1010-1026.

Conclusiones

La investigación confirmó que, a pesar de la creciente conciencia sobre la importancia de la sustentabilidad ambiental, el IDH, en su diseño actual, omite un componente crucial que refleje el estado y la presión sobre los ecosistemas. Este vacío representa una limitación significativa para comprender verdaderamente el nivel de desarrollo humano, ya que este no puede desvincularse de la salud y la capacidad de regeneración de nuestro entorno natural.

Las variables independientes analizadas (viabilidad técnica, viabilidad teórica, congruencia metodológica y compatibilidad con otros indicadores) son características que debe contener el IDH que refleje de manera condensada y efectiva el nivel de sustentabilidad de un territorio. La viabilidad teórica se sustenta en la vasta literatura que aborda la interconexión entre el bienestar humano y la salud ambiental. Desde una perspectiva de viabilidad técnica, existen diversas métricas e índices de sustentabilidad ya desarrollados que podrían adaptarse o servir de base para construir un indicador específico. La congruencia metodológica con la estructura actual del IDH también es viable, dado que otros indicadores se han incorporado y ajustado a lo largo del tiempo. Finalmente, la compatibilidad con otros indicadores globales de desarrollo es innegable, ya que la dimensión ambiental es un pilar fundamental de la agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Los hallazgos de esta investigación refuerzan la convicción de que la Economía Ecológica ofrece el marco teórico más pertinente y robusto para el diseño de un indicador ambiental que realmente "ecologice" el IDH. A diferencia de enfoques económicos más convencionales que a menudo externalizan los costos ambientales, la economía ecológica integra de manera fundamental las leyes de la termodinámica, los límites biofísicos del planeta y la interdependencia entre los sistemas económicos y los ecosistemas naturales. Esto significa que cualquier indicador propuesto desde esta visión no solo mediría el impacto, sino que, también consideraría la capacidad de carga del planeta y la resiliencia de los sistemas naturales.

Uno de los resultados más reveladores de las encuestas aplicadas a estudiantes, profesores universitarios expertos en el tema ambiental y empresarios, fué la brecha existente entre el conocimiento sobre indicadores de sustentabilidad y la persistencia del daño ambiental. Más del 50% de los encuestados afirmaron conocer diversos indicadores de sustentabilidad. Sin embargo, este conocimiento no ha sido suficiente y no ha reflejado una disminución de las actividades perjudiciales para el medio ambiente.

Esta dicotomía sugiere que el problema no radica únicamente en la falta de una comunicación eficaz de temas ambientales, sino, en desafíos más profundos relacionados con la implementación de políticas efectivas, la concientización a gran escala, los incentivos económicos y los marcos regulatorios que permitan una verdadera transición hacia prácticas más sustentables. La paradoja de "saber pero seguir causando daño" subraya la urgencia de ir más allá de la mera medición y de fomentar un cambio sistémico en la forma en que las sociedades interactúan con su entorno. Por ello, en la sección de futuras líneas de investigación se hacen algunas recomendaciones específicas en este sentido.

En síntesis, esta tesis demuestra de manera fehaciente la necesidad imperante de incorporar un indicador de la dimensión ambiental de la sustentabilidad en el Índice de Desarrollo Humano. Este indicador, diseñado bajo los preceptos de la Economía Ecológica, permitiría una visión más holística y precisa del progreso humano, reconociendo que el bienestar de las personas es intrínseco al bienestar del planeta.

Las implicaciones de estos hallazgos son vastas, tanto para la formulación de políticas públicas como para la orientación de futuros estudios. Se recomienda que organismos internacionales y gobiernos colaboren seriamente en el diseño e inclusión de este componente ambiental en el IDH. Además, es crucial que las investigaciones futuras se centren no solo en el diseño técnico de dicho indicador, sino, también en las estrategias para su implementación efectiva y en los mecanismos que permitan cerrar la brecha entre el conocimiento ambiental y las acciones concretas para mitigar el deterioro ecológico. Solo así podremos avanzar hacia un desarrollo verdaderamente sustentable.

Fuente de referencias

- Aguilera, F. Alcántara, V. (2011). *De la economía ambiental a la economía ecológica*. Madrid: ICARIA. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=12405>
https://www.researchgate.net/publication/282077030_De_la_economia_ambiental_a_la_economia_ecologica
- Achkar, M. (1999). Indicadores de Sustentabilidad. Laboratorio de Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental del Territorio Departamento de Geografía. Facultad de Ciencias. *Comisión Sectorial de Educación Permanente. DIRAC, Facultad de Ciencias. Montevideo*. pp. 1-13. <https://cmapspublic.ihmc.us/rid=1W78HHVG1-2204K4H-K6/Indicadores.pdf>
- Achkar, M. (2005). *Ordenamiento Ambiental del Territorio*. https://pmb.parlamento.gub.uy/pmb/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=49561
- Albornoz, L. (2020). La insostenibilidad del desarrollo en las entidades Federativas de México. *Ensayos revista de Economía*, 39 (1), 59-86. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-84022020000100059
- Alier, J. M. (1998). *Curso de Economía Ecológica: Red de Formación Ambiental*. (1era Edic). https://aulavirtual4.unl.edu.ar/pluginfile.php/6972/mod_resource/content/1/Martinez%20Alier%20-%20Cursode%20Economia%20ecol%C3%B3gica.pdf
- Alvaréz, A. (2020). Justificación de la Investigación. *Facultad de Ciencias Empresariales y Económicas*, 1-3. <https://unicianet.uniciela.edu.mx/assets/contenidos/139920230506192514.pdf>
- Anne, G. (2023). Indicadores de Desarrollo Sustentable. *FUNDE*, pp. 15-21.
- Arias, F. (2006). Desarrollo Sostenible y sus indicadores. *Revista Sociedad y Economía*, (11), 200-229. <https://www.redalyc.org/pdf/996/99616177008.pdf>
- Barcena, A. (2020). *La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/45677-la-emergencia-cambio-climatico-america-latina-caribe-seguimos-esperando-la>
- Barkin, D. (2012). La significación de una economía ecológica radical. *Revista Iberoamericana de economía ecológica*, 14, 1-14. <https://innovasociales.xoc.uam.mx/biblioteca/bbl3.pdf>
- Bedoya, C. (2010). Desarrollo Humano Amartya Sen. *Revista Científica General José María Córdova*, 277-282. https://www.academia.edu/36789353/Desarrollo_humano_amartya_sen?auto=download
- Betanco, D.; Van de Velde, H. (2007), *Indicadores sociales e instrumentos de valoración*. 1-115. <https://abacoenred.org/wp-content/uploads/2016/01/Indicadores-Sociales-e-Instrumentos-de-Valoraci%C3%B3n-II-edici%C3%B3n.pdf>
- Blanco, H., Wautiez, F., Llaveró, A., Riveros, C. (2001). Indicadores regionales de Desarrollo Sustentable en Chile: ¿Hasta que punto son útiles y necesarios? *EURE*, 27 (81), 1-12. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612001008100005
- Boada, M.; Toledo, V. (2003). *El planeta nuestro cuerpo. La Ecología, el ambientalismo y la crisis de la modernidad*. <https://www.fondodeculturaeconomica.com/Ficha/9789681670719/F>
- Budinich V. (1998). *Lineamientos para Incorporar la Perspectiva de Género en Sistemas de Seguimiento y Evaluación*. FIDA-CDB. pp. 1-53.
- Calvente, A. (2007). El concepto moderno de sustentabilidad. *Sociología y desarrollo sustentable*, 1-7. <https://sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf/sde/uais-sds-100-002%20-%20sustentabilidad.pdf>
- Cano, C. (2017). *Angus Deaton, El gran escape. Salud, riqueza y los orígenes de la desigualdad*. (1era Edición). https://www.researchgate.net/publication/313243014_Angus_Deaton_El_gran_escape_Salud_riqueza_y_los_origenes_de_la_desigualdad_Fondo_de_Cultura_Economica_Mexico_2015_403_pp

- Carrasco, M. F. (2008). La economía Ecológica: ¿Un paradigma para abordar la sustentabilidades? *Argumentos UAM-X, México*, 21 (56), 75-99. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57952008000100005
- Carter, R., Tye, S., y Aguilar, S. (2022). Planificación de la adaptación a largo plazo en América Latina y el Caribe. 1-164. <https://doi.org/10.18235/0004529>
- Castiblanco, R. (2007). La economía ecológica: Una disciplina en busca de autor. *Gestión y ambiente*, 10 (3), 7-21. <https://www.redalyc.org/pdf/1694/169419821001.pdf>
- Castillo, R. M. (2007). Algunos aspectos de la Huella Ecológica. *Intersedes: Revista de las sedes Regionales*, Vol. III, (14), 11-25. <https://www.redalyc.org/pdf/666/66615071002.pdf>
- CEPAL. (2007). Programa Social de América Latina. Santiago de Chile: ONU. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/1227-panorama-social-america-latina-2007>
- CEPAL. (2009). Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en los países de América Latina y el Caribe. ONU, 38-98.
- CEPAL. (2019). Naciones Unidas. *Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad*, (158). <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/e43ad745-6b7d-48e4-a016-b753fdd3b659/content>
- Chapagaín, A., y A., H. (2004). Water Footprints of nations. UNESCO, 1, (16). <https://www.waterfootprint.org/resources/Report16Vol1.pdf>
- Cifrian, E. (2006). Indicadores ambientales y Sistema de indicadores. Cuaderno 1, Cantabria. *Consejería del medio ambiente/Punto focal de residuos de Cantabria*.
- CMMAD. (1988). *Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro Futuro Común*. Alianza. https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf
- Common, M. y Stagl, S. (2008). *Introducción a la Economía Ecológica*. https://aulavirtual4.unl.edu.ar/pluginfile.php/7014/mod_resource/content/1/Common%20y%20Stagl%20-%20Introducci%C3%B3n%20a%20la%20Economía%20Ecol%C3%B3gica.pdf
- CONUEE. (2022, 07 de Diciembre). www.gob.mx. <https://www.gob.mx/conuee>
- Costanza, R. (1999). *Introducción a la Economía Ecológica*. (1). México: Continental, S.A. de C.V.
- Cronbach, L. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests, *Psychometrika*, 16 (3). 297-334. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02310555>
- Dubs de Moya, R. (2002). El Proyecto Factible: una modalidad de investigación Sapiens. *Revista Universitaria de Investigación*, 3 (2). 1-19. <https://www.redalyc.org/pdf/410/41030203.pdf>
- Eastman, R. (2016). Terrset Geospatial Monitoring and Modeling Sistem Manual. *Clark Labs Clark University*, 193-208. <https://s28151.pcdn.co/centers/geospatial-analytics/wp-content/blogs.dir/7/files/sites/354/2024/11/TerrSet-liberaGIS-Tutorial.pdf>
- Ecosistemas. (2007). La apropiación humana de producción primaria neta (AHPPN) como aproximación al metabolismo económico. *Revista científica y técnica de Ecología y Medio Ambiente*, 16 (3). 25-36. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/90>
- Epi. (2023, 07 de Noviembre). Índice de desempeño ambiental. *Epi*. <https://epi.yale.edu/downloads/2024-epi-report-20250106.pdf>
- Fajardo, L. (2006). Desarrollo Humano Sustentable: Concepto y Naturaleza. *Civilizar*, (10). 1-31. <https://www.redalyc.org/pdf/1002/100220322001.pdf>
- Ferreira, D. (2019). Study on the sustainable indicators and research methodology in the context of the sustainable development reserve of tupé, amazonas - brazil. *Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 8 (3), 445-467. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10100758>

- FMI. (2020). Perspectivas de la economía mundial: un ascenso largo y difícil. *Fondo Monetario Internacional*. <https://www.imf.org/es/Publications/WEO/Issues/2020/09/30/world-economic-outlook-october-2020#Intro>
- Foladori, G. (2018). *La economía Ecológica*. <https://es.scribd.com/document/356724055/Foladori-La-economia-ecologica-pdf>
- Foladori; Pierri. (2005). *¿Sustentabilidad? Desacuerdo sobre el desarrollo sustentable: Historia del concepto de desarrollo sustentable*. (1). <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/235858/desacuerdos-sobre-el-desarrollo-sustentable.pdf>
- Folmer, E. (2022). How to establish sustainable performance indicators? Barriers and motivations linked to design and implementation processes. *Universidad of Groningen*, 1-42. https://campus-fryslan.studenttheses.ub.rug.nl/198/1/SEP_How%20to%20establish%20Sustainable%20Performance%20Indicators_Ryoko%20Yatomi%20%28s4825969%29.pdf
- Franco, F., Alberto-Ubillús, E., Italo-Romero, H. (2022). Evaluación de la huella ecológica (C-H) en el análisis productivo de los pequeños productores bananeros. *Ciencia Latina*, 6 (2).1-18. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i2.2055
- Fuente, M. (2008). La economía ecológica: ¿un paradigma para abordar la sustentabilidad? *Argumentos*, 21 (56), 1-25. <https://www.scielo.org.mx/pdf/argu/v21n56/v21n56a5.pdf>
- Luca, G. (2020). Viejo y nuevo orden. *El mundo antes y después del Covid-19: Reflexiones intelectuales sobre la política, la diplomacia y las relaciones internacionales*. (1era Edic, 8-11). Instituto Europeo de Estudios Internacionales.
- García, V. (19 de Octubre de 2022). Los mexicanos desprotegidos ante el cambio climático: ¿Y ahora, quién podrá defendernos? *EL PAÍS*, pág. 1. <https://elpais.com/america-futura/2022-10-19/los-mexicanos-desprotegidos-ante-el-cambio-climatico-y-ahora-quien-podra-defendernos.html>
- González, A., y Garza, R. (2003). Aplicación de las técnicas multicriteriales en la evaluación y selección de proveedores. *Industrial*, XXIV (2). 34-39. https://www.researchgate.net/publication/49594923_APLICACION_DE_LAS_TECNICAS_MULTICRITERIALES_EN_LA_EVALUACION_Y_SELECCION_DE_PROVEEDORES
- Grajales-Quintero, Alberto; Serrano-Moya, Edgar D.; Hahn Von-H., Christine M. (2013). Los métodos y procesos multicriterio para la evaluación. *Luna Azul*, (36). 285-306. <https://www.redalyc.org/pdf/3217/321728584014.pdf>
- Greenpeace. (2021). El consumo en México y sus Impactos en el Cambio Climático ¿Cómo avanzar hacia el consumo responsable? *Hack your City*, 81. <https://www.greenpeace.org/static/planet4-mexico-stateless/2021/02/323beeae-greenpeace-iteso-030221.pdf>
- Gudynas, E. (2011). (2011, 23 de diciembre). *Ambiente, sustentabilidad y desarrollo: Una revisión de los encuentros y desencuentros*. *Ecología social*. <https://ecologiasocial.com/2011/12/ambiente-sustentabilidad-y-desarrollo-una-revision-de-los-encuentros-y-desencuentros/>
- Gutierrez, E. (2007). De las teorías del desarrollo al desarrollo sustentable. Historia de la construcción de un enfoque multidisciplinario. *Trayectorias*, IX (25). 45-60. <https://www.redalyc.org/pdf/607/60715120006.pdf>
- Hauwermeiren, S. V. (1999). *Manual de Economía Ecológica*. (1era Edic). <https://centroderecursos.alboan.org/es/registros/1183-manual-de-economia-ecologica>
- Higueras, E. (2009). *Alcances y limitaciones del concepto de Huella Ecológica*. (1era Edic). https://oa.upm.es/16627/1/Huella_ecologica.pdf

- Higuita, L. F., y Cardona, J. (2018). Índice de desarrollo humano y eventos de salud pública: revisión sistemática de la literatura 1990-2015. *Revisión sistemática de la literatura*, 36 (1). 5-16. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v36n1/0120-386X-rfnsp-36-01-00005.pdf>
- IDH. (2022, 07 de Octubre). Transformando México desde lo local: IDH Municipal 2010-2015. PNUD. <https://www.undp.org/es/mexico/publicaciones/idh-municipal-2010-2015>
- IDS. (2021). Innovación para el desarrollo sostenible en Iberoamérica 2021. II Informe del Observatorio de Desarrollo Sostenible y Cambio Climático para Iberoamérica. Secretaría General Iberoamericana. <https://www.segib.org/?document=ii-informe-del-observatorio-de-desarrollo-sostenible-y-cambio-climatico-para-iberoamerica-innovacion-para-el-desarrollo-sostenible-en-iberoamerica-2021>
- ILPES. (1995). *Guía para la elaboración de Proyectos*. (2da edición). <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/a63411eb-292c-4199-80d8-bdb350ea1873/content>
- INEGI. (2000). *Indicadores de Desarrollo Sustentable en México*. (1era Edición). http://centro.paot.org.mx/documentos/inegi/indicadores_desarrollo_sustentable.pdf
- Klink, F. A. y Alcantara, V. (1994). *De la Economía Ambiental a la Economía Ecológica*. (1era Edic). https://www.fuhem.es/media/ecosocial/File/Actualidad/2011/LibroEA_EE.pdf
- Koopmans, T. (1947). Measurement without theory. *Review of Economics and Statistics*, 29(3), 161-172. <https://doi.org/10.2307/1928627>
- Latouche, S. (2007). *Sobrevivir al Desarrollo*. (1era Edic). <https://latam.casadellibro.com/libro-sobrevivir-al-desarrollo/9788474269222/1130017>
- Lezama, J.; Domínguez, J. (2006). Medio ambiente y sustentabilidad urbana. *Papeles de Población*, 12(49). 153-176. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252006000300007
- Lizarazo, J. (2018). Economía Ecológica y la construcción epistemológica de una ciencia revolucionaria para la sostenibilidad y la transformación del mundo. *Gestión y Ambiente*, 21(1). 13-34. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/72122>
- London, S.; Formichella, M. (2006). El concepto de desarrollo de Sen y su vinculación con la Educación. *Economía y Sociedad*, XI (17). 17-32, <https://www.redalyc.org/pdf/510/51001702.pdf>
- Macgillivray, A.; Zadek, S. (1996). Medir la sostenibilidad: reflexión sobre el arte de hacer que funcionen los indicadores. *Investigación Económica*, LVI (218), 139-175. <https://biblat.unam.mx/hevila/Investigacioneconomica/1996/vol56/no218/8.pdf>
- Madrid, F. d. (2015). Cambio climático y Huella Ecológica. *Revista de Ciencias*, XI. 105-112. 573-Texto del artículo-1155-1-10-20161128
- Mancero, X. (2001). Estudios estadísticos y prospectivos. La medición del desarrollo humano: elementos de un debate. (1era Edición). <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/f01a2a90-5bb3-48fa-b53b-b39603763627/content>
- Mantilla, E.; Cabeza, M.; Vargas, J. (2015). La realidad del desarrollo y la contabilidad ambiental. *SABER, CIENCIA y libertad*, 10 (2). 133-143. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5329131.pdf>
- Martín, F. González, F.; Miguélez, F.; Menéndez, E.; Dopico, J. (2004). *Desarrollo sostenible y Huella Ecológica. Una aplicación a la economía gallega*. (1era Edición). <https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/11861/8497450809.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Martínez, A. (2002). Indicadores de sustentabilidad ambiental de la economía Mexicana. *Comercio Exterior*, 52 (3). 246-253. <https://www.yumpu.com/es/document/read/35622708/indicadores-de-sustentabilidad-ambiental-de-la-economia-mexicana>

- Martínez, A., y Roca, J. (2000). *Economía ecológica y política ambiental*. (3era Edic). <https://www.fondodeculturaeconomica.com/Ficha/9786071615206/F>
- Martínez, J. (1998). Curso de economía Ecológica. (1era Edición). https://aulavirtual4.unl.edu.ar/pluginfile.php/6972/mod_resource/content/1/Martinez%20Al%20ier%20-%20Cursode%20Economia%20ecol%C3%B3gica.pdf
- Martínez, M. Marcelino, M. Cervantes, A. Castillo, G. (2022). Indicadores de Carbono en la Industria Farmacéutica: Huella de Carbono vs Huella Ecológica. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, 11 (1). 60-75. https://www.researchgate.net/publication/360266519_Indicadores_de_Carbono_en_la_Industria_Farmaceutica_Huella_de_Carbono_vs_Huella_Ecologica
- Martínez, R. (2007). Algunos aspectos de la Huella Ecológica. *Revista de las Sedes Regionales*, III (14). 11-25. <https://www.redalyc.org/pdf/666/66615071002.pdf>
- Martínez, R. (2007). *Indicadores de Sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas*. (1era Edición). <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/9fdb0f55-a26d-4ad7-9d03-afae9f73ae5c/content>
- Massa, P.; Jimpenez, J.; Inñiguez, M.; Cajamarca, D.; Martínez-Fernández, V. (2017). Análisis de la Huella Ecológica del Ecuador: Una comparación con América Latina. Impacto en la biodiversidad y la incidencia del desarrollo turístico sostenible. *Modelos matemáticos para el estudio del medio ambiente, salud y desarrollo humano*. 179-187. <https://doi.org/10.3390/su6095512>
- Matteucci, S. (2003). La Huella Ecológica de la construcción: I. Conceptos y procedimientos. *Huella Ecológica*, 1-12. https://www.researchgate.net/profile/Silvia-Matteucci-2/publication/237742393_LA_HUELLA_ECOLOGICA_DE_LA_CONSTRUCCION_I_Conceptos_y_procedimientos/links/545fe3ea0cf2c1a63bfdbc12/LA-HUELLA-ECOLOGICA-DE-LA-CONSTRUCCION-I-Conceptos-y-procedimientos.pdf
- Monroy, M. A. (2012). *Diseño de criterios e indicadores de sustentabilidad para el aprovechamiento de la diamana silvestre en la delegación El Carrizal, B.C.S.* (Tesis de maestría, Baja California Sur). Repositorio Electronico Institucional de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. <https://repositorionacionalcti.mx/recursos/oai:rep.uabcs.mx:23080/196>
- Naredo, J. M. (2002). Economía y sostenibilidad: la economía ecológica en perspectiva. *Revista Latinoamericana POLIS*, 2. 1-30. <https://journals.openedition.org/polis/7917#text>
- Nogueira, A. (2019). La huella ecológica. El establecimiento de indicadores ambientales y su significado para el derecho. *Revista Catalana DRET Ambiental*, 10 (1). 1-15. <https://revistes.urv.cat/index.php/rcda/article/view/2589>
- OMM. (2021, 16 de agosto). *Un nuevo informe muestra los efectos del cambio climático y los fenómenos meteorológicos extremos en América Latina y el Caribe*. Organización Meteorológica Mundial. <https://wmo.int/es/media/un-nuevo-informe-muestra-los-efectos-del-cambio-climatico-y-los-fenomenos-meteorologicos-extremos-en>
- ONU. (1992, 14 de Junio). *Río de Janeiro, Brasil: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales*. Organización de las Naciones Unidas. <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm>
- ONU. (2001, 1 de Noviembre). *Panorama Social de América Latina 2001-2002*. Comisión Económica para América Latina. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/1213-panorama-social-america-latina-2001-2002>
- ONU. (2015, 14 de Junio). *Acción por el clima: Acuerdo de París*. Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/climatechange/paris-agreement>
- Oropeza, M. G. (2015). El desarrollo humano desde la perspectiva económica y ambiental. *Global Conference on Business and Finance Proceedings*, 10 (1). 1253-1258. https://www.researchgate.net/profile/Mohammadreza-Khani-3/publication/280948952_Financial_Aspects_of_Determining_Optimal_Occupancy_Factor

- [_for_Hotels_Based_on_Probabilistic_Analysis/links/55ce5dc908aee19936fc5b43/Financial-Aspects-of-Determining-Optimal-Occupancy-Factor-for-Hotels-Based-on-Probabilistic-Analysis.pdf#page=1282](#)
- Pedraza, O. H. (2001). La matriz de congruencia: Una herramienta para realizar investigaciones sociales. *Economía y Sociedad*, VI (10). 312-316. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5900518.pdf>
- Pérez, D.; De Marco-Larrauri, O.; Álvarez-Muñoz, P. (2015). La Huella ecológica de las naciones Reflexiones globales, particularidades ecuatorianas. *Ciencia UNEMI*, 8 (14). 93-103. <https://www.redalyc.org/pdf/5826/582663828012.pdf>
- PNUD. (1992). *Desarrollo Humano: Informe 1992. Concepto y medición del desarrollo humano*. (1era Edición). https://biblioteca.hegoa.ehu.es/downloads/1009/%2Fsystem%2Fpdf%2F900%2FInforme_sobre_Desarrollo_Humano_1992.pdf
- PNUD. (1997). *Informe sobre desarrollo humano 1997*. (1era Edición). <https://derechoalaconsulta.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/02/pnud-informe-1997-versic3b3n-integral.pdf>
- PNUD. (2002). *PNUD. Informe Nacional de Desarrollo Humano Panamá 2002. El compromiso con el Desarrollo Humano: un desafío nacional*. (1era Edición). <https://hdr.undp.org/system/files/documents/panama2002sp.pdf>
- PNUD. (2019, 30 de Mayo). *Transformando México desde lo local. Informe de desarrollo humano municipal 2010-2015*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. <https://www.undp.org/es/mexico/publicaciones/idh-municipal-2010-2015>
- PNUD. (2021). *Informe sobre desarrollo humano: tiempos inciertos, vidas inestables, configurar nuestro futuro en un mundo en transformación*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. <https://hdr.undp.org/informe-sobre-desarrollo-humano-2021-22>
- Prieto, F.; Nieto, J. (2014). Índices sintéticos de bienestar y sostenibilidad por comunidades autónomas. Universidad Complutense de Madrid. 4-36. <https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/2727a2c5-043f-460d-bc60-8af2ff02046e/content>
- Quiroga, R. (2001). *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas*. 1-124. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/9fdb0f55-a26d-4ad7-9d03-afae9f73ae5c/content>
- R. Little,; Rubin, D. (2002). *Statistical Analysis with Missing Data*, Wiley Interscience, John Wiley & Sons, New Jersey. (1era Edición). 10.1002/9781119013563
- Ralph, T. (2023). *Sustainable cities index report*. 1-25. <https://www.corporateknights.com/wp-content/uploads/2023/04/2023-Sustainable-Cities-Index-Report-1.pdf>
- Rosales, M. (2017). El desarrollo Humano: Una propuesta para su medición. *Aldea Mundo*, 22 (43). 65-75. <https://www.redalyc.org/pdf/543/54353312007.pdf>
- Rosenberg, H. (1994). El índice de desarrollo humano. *Bol oficina Sanit Panam*, 117(2).175-184. <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/15672/v117n2p175.pdf?sequence>
- Salas-Burgoin, M. (2014). Una propuesta para la modificación del Índice de Desarrollo Humano. *CEPAL* 112. 31-46. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/2f1572e4-176a-4b54-a3c0-54dbc60a424d/content>
- Saldivar, A.; Barrera, A.; Rosales, P.; Villaseñor, E. (2002). Tres metodologías para evaluar la sustentabilidad: 10 años después de Río. *Investigación Económica*, 62(242). 159-185. <https://www.scielo.org.mx/pdf/ineco/v62n242/0185-1667-ineco-62-242-159.pdf>
- Sánchez, D. (2021). La huella ecológica, un indicador de sustentabilidad. *Tepexi*, 8(15). 16-17. <https://doi.org/10.29057/estr.v8i15.5682>
- Santiago, F. (2009). Análisis de Viabilidad: La cenicienta en los Proyectos de inversión. *FCE-UNL*, <https://leatidlatam.org/wp-content/uploads/2019/06/Sobrero-Francisco-ESTUDIOS-DE-VIABILIDAD-LA-CENICIENTA-DE-LOS-PROYECTOS-DE-INVERSION-1.pdf>

- Schneider, H.; Samaniego, J.L. (2009). Huella de carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/f3677647-3a1c-4326-8342-5e10bfa2fc40/content>
- Schuschny, A.; Humberto, S. (2009). *Guía metodológica de diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible*. CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/a627f68b-9902-4fa2-a516-912a903ecf22/content>
- SEMARNAT. (2013). *Huella Ecológica, datos y rostros. Cuadernos de divulgación ambiental*. (1era Edición). <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001598.pdf>
- SEMARNAT. (2014, 10 de Junio). *México ante el cambio climático: Sistema de información sobre el cambio climático*. <https://cambioclimatico.gob.mx/>
- SEMARNAT. (2016, 20 de Octubre). *Informe de la Situación del medio ambiente en México. Secretaría de medio ambiente y recursos naturales*. <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/index.html>
- Tapia, J. (1995). Algunas ideas críticas sobre el Índice de Desarrollo Humano. *Bol Oficina Sanit Panam*, 119(1). 74-87. <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/15568/v119n1p74.pdf;sequence=1>
- Bronfenbrenner, U. (2002). *La ecología del desarrollo humano. Experimentos en entornos naturales y diseñados*. <https://books.google.com.co/books?id=nHdMlytvh7EC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>
- Tobasura, I. (2008). Huella Ecológica Y Biocapacidad: Indicadores Biofísicos para la gestión ambiental. El caso de Manizales Colombia. *Luna Azul*, (26). 119-136. <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n26/n26a07.pdf>
- Toledo, V. M. (2013). El metabolismo social: Una nueva teoría sociológica. *Relaciones. Estudios de historia y sociedad*. 34(136). 41-71. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-39292013000400004#:~:text=El%20metabolismo%20social%20comienza%20cuando,los%20espacios%20naturales%20\(output\).](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-39292013000400004#:~:text=El%20metabolismo%20social%20comienza%20cuando,los%20espacios%20naturales%20(output).)
- Torrado, M. Berlanga, V. (2013). Análisis discriminante mediante SPSS. *REIRE, Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 6(2). 150-166. 10.1344/ reire2013.6.26210
- Ugremprendedora. (2022, 26 de Octubre). Viabilidad de proyectos. <https://ugremprendedora.ugr.es/viabilidad-de-proyectos/>
- UICN. (1980). *Estrategia Mundial para la Conservación: La conservación de los recursos vivos para el logro de un Desarrollo Sostenido*. (2da Edición). <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/WCS-004-Es.pdf>
- Urteaga, L. (1985). La economía Ecológica de Martínez Alier. *Documents d'análisis Geogràfica.*, 7. 193-205. <https://www.raco.cat/index.php/DocumentsAnalisi/article/download/41371/52204>
- Vandana, S. (2017). ¿Qué es la economía ecológica? *Ecologistas en acción.*, 1-57. <https://www.garuacoop.es/wp-content/uploads/2017/06/99-economia.pdf>
- Veres, E. (2006). Diseño de un índice para la medición del desarrollo humano. *Estudios de Economía Aplicada*, 24(3). 1013-1042. <https://www.redalyc.org/pdf/301/30113807015.pdf>
- W. S. Peters; J. Q. Bluter. (1970). The construction of regional economic indicators by principal components. *Annals of Regional Science*, 1-14. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01287726>
- Waas, T., Hugé, J., Block, T., Wright, T., Benitez-Capistros, F., & Verbruggen, A. (2014). Sustainability assessment and indicators: Tools in a decision-making strategy for sustainable development. *Sustainability*, 6(9). 5512-5534.

- wikipedia. (2022, 26 de Octubre). Viabilidad técnica. wikipedia.
https://es.wikipedia.org/wiki/Viabilidad_t%C3%A9cnica
- Wirth, L. (2005). El urbanismo como modo de vida. *Colección reserva*, 2. 1-15.
<https://www.bifurcaciones.cl/002/reserva.htm>
- Zarta, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: Un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rasa*. (28). 409-423. <http://www.scielo.org.co/pdf/tara/n28/1794-2489-tara-28-00409.pdf>

Esteban Salinas García

Índice de Desarrollo Humano como ecologizarlo con la visión de la Economía Ecológica.pdf

 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Detalles del documento

Identificador de la entrega:

trnoid::3117:487585649

Fecha de entrega:

27 ago 2025, 12:19 p.m. GMT-6

Fecha de descarga:

27 ago 2025, 12:29 p.m. GMT-6

Nombre del archivo:

Índice de Desarrollo Humano como ecologizarlo con la visión de la Economía Ecológica.pdf

Tamaño del archivo:

4.4 MB

184 páginas

50.261 palabras

279.512 caracteres

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



A quien corresponda,

Por este medio, quien abajo firma, bajo protesta de decir verdad, declara lo siguiente:

- Que presenta para revisión de originalidad el manuscrito cuyos detalles se especifican abajo.
- Que todas las fuentes consultadas para la elaboración del manuscrito están debidamente identificadas dentro del cuerpo del texto, e incluidas en la lista de referencias.
- Que, en caso de haber usado un sistema de inteligencia artificial, en cualquier etapa del desarrollo de su trabajo, lo ha especificado en la tabla que se encuentra en este documento.
- Que conoce la normativa de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en particular los Incisos IX y XII del artículo 85, y los artículos 88 y 101 del Estatuto Universitario de la UMSNH, además del transitorio tercero del Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la UMSNH.

Datos del manuscrito que se presenta a revisión		
Programa educativo	Doctorado en Desarrollo y Sustentabilidad "Facultad de Economía Vasco de Quiroga"	
Título del trabajo	Índice de Desarrollo Humano: como ecologizarlo con la visión de la Economía Ecológica	
	Nombre	Correo electrónico
Autor/es	Esteban Salinas García	0732565b@umich.mx
Director	Dr. René Colín Martínez	rene.colin@umich.mx
Codirector		
Coordinador del programa	Dr. Hugo Amador Herrera Torres	doc.desarrollo.sustentabilidad@umich.mx

Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Asistencia en la redacción	no	

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Traducción al español	No	
Traducción a otra lengua	No	
Revisión y corrección de estilo	No	
Análisis de datos	No	
Búsqueda y organización de información	No	
Formateo de las referencias bibliográficas	No	
Generación de contenido multimedia	No	
Otro	No	

Datos del solicitante	
Nombre y firma	Esteban Salinas García
Lugar y fecha	27 de Agosto de 2025