

IDRA: Índice dinámico de regeneración ambiental

IDRA: Dynamic Index of Environmental Regeneration

Sergio Ardohain, Hugo Guete, Claudio García, Pedro Orazzi¹

Recibido 10/9/2024 | Aceptado 23/11/2024 | Publicado 17/12/2024

Resumen

El creciente impacto antrópico sobre el ambiente ha superado la capacidad de respuesta del medio natural. Para proponer cambios y mejorar su gestión, es necesaria la medición de lo que ocurre dentro de dicho sistema conjunto, en especial a escala urbana y regional. Proponemos aquí un índice dinámico de regeneración ambiental (IDRA) con el cual estimar la capacidad de un territorio para regenerarse a sí mismo y mantener la provisión sostenible de recursos y servicios ecosistémicos. Esto nos permitiría cuantificar el impacto humano en los ecosistemas de forma absoluta, enfocándonos en la conservación y restauración ecológica de hábitats degradados. Se superaría de este modo la relatividad propia de otros índices actuales, como la huella ecológica (HE), a la cual podría complementar.

Palabras clave: Impactos antrópicos ecosistémicos; huella ecológica; metabolismo urbano; indicadores de sustentabilidad urbana; índice dinámico de regeneración ambiental (IDRA).

Abstract

The increasing anthropic impact on the environment has exceeded the response capacity of the natural environment. In order to propose changes and improve its management, it is necessary to measure what is happening within this joint system, especially at urban and regional scales. We propose here a Dynamic Environmental Regeneration Index (IDRA) to measure the capacity of a territory to regenerate itself and maintain the sustainable provision of resources and ecosystem services. This would allow us to quantify the human impact on ecosystems in an absolute way, focusing on the conservation and ecological restoration of degraded habitats. This would overcome the relativity of other current indices, such as the ecological footprint (EF), which it could complement.

¹ Profesores de la Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad Católica de La Plata (FAD UCALP).
Investigadores en el Instituto de Investigación en Arquitectura y Territorio (INISAT FAD UCALP).
Email: hugoomarignaciopedroraul.guete@ucalp.edu.ar



Keywords: *Ecosystemic anthropogenic impacts; ecological footprint; urban metabolism; urban sustainability indicators; Dynamic Environmental Regeneration Index (IDRA).*

Indicadores de sostenibilidad urbana

En su encíclica *Laudato Si'* (Francisco, 2015), el Papa Francisco llama a cuidar de nuestra "casa común", el planeta Tierra. Él destaca que la Tierra "merece ser protegida" y que debemos dialogar sobre cómo nuestro comportamiento irresponsable afecta negativamente su futuro. Francisco expresa que "Hemos crecido pensando que éramos sus propietarios y dominadores, autorizados a explotarla" (Francisco, 2015: LS2); sin embargo, no es nuestra, ya que somos parte del gran sistema complejo que la constituye, junto a todos los demás seres vivos y a las materias inorgánicas, "nuestra única casa común", o sea, la de toda la Creación. El planeta actúa como un gran sistema complejo auto-organizado y autorregulado en las distintas esferas que sustentan la vida (Lovelock, 1985). Actualmente, enfrenta diversas crisis globales, como la pérdida de biodiversidad, la contaminación y el cambio climático (Rockström, 2015). La interdependencia entre los sistemas naturales y los derivados de la acción humana contribuye a estas crisis (Steffen, 2005) (Lovelock, 2011). Barnosky (2012) advierte que estamos cerca de umbrales críticos que, si se superan, pueden causar efectos irreversibles en la vida del planeta. Una de las principales causas de los impactos antrópicos son las ciudades, cuyo crecimiento acelera estos problemas. Es crucial centrarse en el proceso metabólico de los centros urbanos, que consume materiales y energía mientras genera residuos y contaminantes. Este proceso aumenta la entropía (Georgescu-Roegen, 1975) y sus efectos trascienden el territorio urbano, alcanzando niveles globales. El impacto urbano se puede medir mediante indicadores de sustentabilidad (o ecológicos), que informan sobre el estado del sistema urbano y son esenciales para la toma de decisiones (Coenen, 2000). Según Wittek (2002), estos indicadores se basan en criterios diversos y en valores que consideran una nueva relación con lo natural y los aspectos culturales. Los criterios y valores deben definirse previamente y dependerán del modelo utilizado (Wittek, 2002).

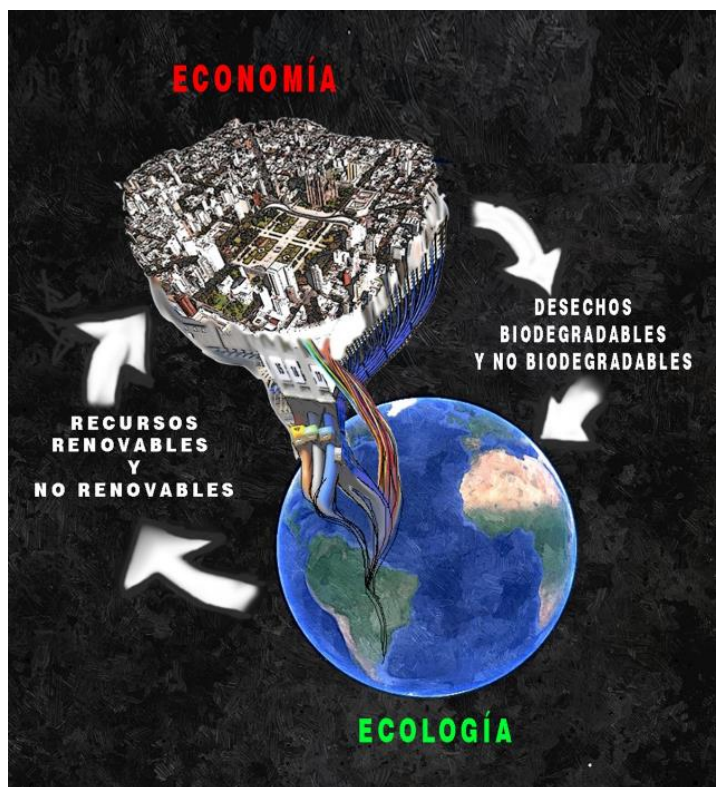


Figura 1. Economía-Ecología. Autor de la imagen: Sergio Ardohain, extraída de (Guete *et al.*, 2021).

En las últimas décadas, se han propuesto numerosos indicadores (cientos) para medir la sustentabilidad urbana, junto con su interpretación y aplicación (Hara, 2016; Huang, 2015; Science, 2018). Aunque el avance ha sido notable, cada propuesta tiene limitaciones (Pira, 2021; Wiedmann, 2010). Los indicadores pueden ser cuantitativos o cualitativos, y nos indican los estados complejos del sistema, permitiendo un diagnóstico de su situación y el posible desarrollo de pronósticos. Se constituyen en la base de información e interpretación útiles para la sociedad, con una función orientadora de carácter científico, político y comunicacional. Entre los principales indicadores de sustentabilidad utilizados en ámbitos urbanos, encontramos (Wiedmann, 2010; Huang, 2015): huella ecológica (HE), Green City Index (GCI), City Development Index (CDI), Environmental Performance Index (EPI), Genuine Progress Indicator (GPI), Genuine Savings (GS), Human Development Index (HDI), Happy Planet Index (HPI), Wellbeing Index (WI), China Urban Sustainability Index, City Blueprints, EEA Urban Metabolism Framework, European Green Capital Award, European Green City Tool, European Green City Index, Global City Indicators Facility, entre otros. Para evaluar la sustentabilidad urbana, es importante establecer la calidad y el grado de agregación de los datos que intervendrán en los indicadores, así como el tipo de usuarios destinatarios. El acceso, generación y tratamiento de datos fiables es fundamental para la toma de decisiones políticas (Liu, 2023). El estado "ideal" permitiría una incorporación sincrónica de datos del contexto físico y la biota urbana, su procesamiento y el planteamiento de posibles consecuencias para establecer medidas de adaptación y mitigación, es decir, una incorporación continua y dinámica. La gestión inteligente de ciudades mediada por inteligencia artificial (IA) y la big data puede ser una posibilidad para alcanzar este estado "ideal", aunque son interrogantes recientes que están adquiriendo relevancia (Pira, 2021)

Uno de los indicadores actuales de mayor difusión y con cierta aceptación colectiva, es el de la huella ecológica (HE), en sus diversas variantes. El mismo fue propuesto inicialmente por William

Rees y Mathis Wackernagel (Rees, 1992; Ewing, 2010; Science, 2018). La huella ecológica es un indicador que estima el impacto ecológico de la humanidad en términos de área apropiada del ecosistema (tierra y agua) necesaria para producir los recursos que consume y para absorber sus desechos, usando la tecnología y las prácticas de manejo de recursos actuales (Wackernagel, 1996). La biocapacidad, por otro lado, es la capacidad de los ecosistemas para producir materiales biológicos útiles y absorber los desechos generados por la humanidad, usando la tecnología y las prácticas de manejo actuales. La HE se expresa en hectáreas globales (hag), que son hectáreas con productividad igual al promedio mundial. La HE es un indicador relativo que depende de la tecnología y las prácticas de manejo actuales. Tiene limitaciones, como la de no considerar la calidad de los ecosistemas ni la biodiversidad. Algunas objeciones al concepto consideran que no es un indicador de sostenibilidad *per se*, ya que no considera la capacidad de regeneración de los ecosistemas. En cuanto al "Numeraire" o indicador sustentable, se refiere a una unidad común que permite comparar y agregar diferentes tipos de capital natural.

A pesar de sus limitaciones sus autores también pusieron en duda algunos postulados fundamentales de la economía clásica. El inevitable interrogante en su proceso de cálculo puede expresarse así: ¿Cuánta naturaleza utiliza la humanidad para sostenerse a sí misma?

Otra crítica relacionada con lo antedicho está referida a la posibilidad de poner precio a la naturaleza, para concluir en la limitación al crecimiento (al menos en la forma en que hoy está planteado). Esta es una discusión abierta e involucra, entre otros, el tema de los bonos de carbono, quizá el tema de mayor interés en las últimas Conferencias de las Partes (COP) de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). La posibilidad latente de implementar derivados abstractos y relativos, como bonos o créditos de carbono, bonos azules, bonos verdes, etc., al terminar funcionando como instrumentos financieros derivados, hace posible la aparición de distorsiones y desviaciones de los objetivos por los que fueron creados.

Indicador social de sostenibilidad ambiental

¿Cómo medir lo inmensurable? Partimos de la hipótesis de que enfrentamos un misterio incalculable. La actividad humana ha modificado la biósfera, evidenciado por la pérdida de biodiversidad, el cambio climático y la contaminación, que superan los límites urbanos. Este proceso se insinúa como insostenible para las generaciones futuras.

Es una nueva mirada, no orientada a medir el progreso en términos lineales, sino a evaluar un estado presente de actividad que no perjudique el ciclo natural. La sostenibilidad implica repensar nuestro paso por la Tierra a perpetuidad. ¿Cómo medir un sistema no lineal ni acumulativo? La sostenibilidad considera tres dimensiones: económica, social y medioambiental, que son indispensables en las agendas de organizaciones que debaten el tema. Medir la sostenibilidad es complicado, ya que no hay un acuerdo universal sobre su definición, pero abarca esas tres dimensiones, que difícilmente se integran en un valor mensurable. Nuestra época se basa en métricas sobre variables. Los sistemas de indicadores de sostenibilidad pueden arrojar valores numéricos aislados, pero combinarlos es un reto.

La abundancia de recursos no puede medirse en términos monetarios, ya que los no renovables tienen una disponibilidad finita. Herman Daly (1991) plantea:

¿Acaso nuevos aserraderos sustituirían unos bosques en proceso de extinción? ¿Más refinerías sustituirían pozos de petróleo ya vacíos? ¿Redes más grandes pueden sustituir bancos de pesca diezmados? La productividad de los aserraderos, refinerías y redes de pesca declinará con la disminución de los bosques, reservas petrolíferas y peces. (Daly, 1991:2)

Los recursos naturales renovables tampoco son cuantificables, ya que su renovación podría alterarse drásticamente. Los defensores de la nueva ecología política han evidenciado lo irracional de un sistema económico capitalista que defiende un crecimiento infinito en un planeta de recursos finitos. Para responder a este desafío, es necesario un conjunto convincente de indicadores de sostenibilidad que ofrezca una visión holística del sistema en el que estamos inmersos, pero que logre "impensarlos" al mismo tiempo. Wallerstein, en su libro *Impensar las Ciencias Sociales*, critica las ciencias sociales y propone el concepto de "impensar" como punto de partida metodológico. Según Tomadoni, citando a Wallerstein:

El saber ambiental es una construcción interdisciplinaria. El estudio de las problemáticas ambientales reclama una visión sistémica para reconstruir la realidad como una totalidad. De allí la necesidad de impensar (Wallerstein, 1998) categorías teóricas y establecer metodologías que orienten prácticas de interdisciplinaria. Y esto es así porque el ambiente es un sistema complejo. (Tomadoni, 2013: 94-95)

Impensar no significa repensar, sino ser críticos con el paradigma imperante y construir un nuevo paradigma, quizá el ambiental. Leff señala que "... recurrir a estrategias contextuales y conceptuales colabora con la construcción de una nueva racionalidad ambiental" (Leff, 1995).

Camuflada en la palabra "ambiental" se esconde un discurso neoliberal que amalgama sostenibilidad económica con desarrollo sustentable (Tomadoni).

Impensar la ciudad y la naturaleza significa deconstruir el concepto hegemónico de apropiación y resignificar la relación del hombre con la tierra. Según Leff, "la construcción de una racionalidad ambiental conduce a la deconstrucción de los sistemas de conocimiento y de poder dominantes" (Leff, 1995). El término "ambiental" o ambiente natural debe ser reinsertado en lo social, en la ciudad, ya que el hombre es parte de la naturaleza. Debemos reubicar al hombre en la naturaleza como parte inseparable de la misma. La idea de progreso y desarrollo sostenido es muchas veces un disfraz de una lógica capitalista depredadora.

Entonces, ¿cómo orientar la investigación? ¿Qué indicadores debemos usar para medir lo que parece inmensurable? ¿Cualitativos o cuantitativos? Los indicadores cualitativos evalúan variables a través del tiempo sin determinación numérica, lo que les permite utilizar otras pautas de estudio y proporcionar información graduada. Son más apropiados para establecer relaciones y medir cambios en sistemas complejos, integrando datos heterogéneos y aproximándose a la esencia del proceso. Sin embargo, es fundamental usar indicadores híbridos que combinen datos cualitativos y cuantitativos, y cuantifiquen los datos cualitativos para una lectura más eficiente.

Los indicadores cualitativos ofrecen una visión menos rigurosa y más abierta, mientras que el uso exclusivo de indicadores cuantitativos puede ser peligroso, ya que puede presentar una imagen sesgada de la realidad estudiada. El Producto Interno Bruto (PIB) se utiliza comúnmente como indicador del crecimiento económico y del bienestar social, pero es una falacia en gran parte, ya que es limitado para registrar el uso de recursos naturales y el daño ambiental. Como alternativa, la huella ecológica ha cobrado relevancia, midiendo el impacto ambiental de procesos económicos. Sin embargo, puede convertirse en un "numeraire" y arrojar un impacto relativo en lugar de absoluto,

generando subunidades monetarias como la huella de carbono o hídrica, sin considerar aspectos socioeconómicos. La elección de indicadores ambientales requiere un marco que integre información heterogénea de diversos orígenes. Los procesos sociales y naturales confluyen, y como todo sistema complejo, exigen la integración de factores económicos, tecnológicos, históricos, sociales, geográficos, políticos, ecológicos y culturales (Tomadoni, 2013).

El propósito de esta exposición es estudiar la posibilidad de definir un indicador complejo e integral para evaluar la sostenibilidad, proponiendo una crítica al saber ambiental que aún domina el campo.

Como hemos visto, existen varios modelos e instrumentos creados por organismos e instituciones para medir lo sostenible, pero ninguno logra ofrecer una visión holística del problema. Entre los indicadores, destacamos la huella ecológica, junto con el índice de vegetación remanente (IVR), el índice de criticidad (IC), el índice de presión demográfica sobre los recursos naturales (IPRN) y el índice de salud ambiental (ISA). Es inevitable omitir otros indicadores que podrían establecer relaciones significativas.

El hombre es parte de la naturaleza que lo rodea y está inmerso en una complejidad inmensurable. Esta complejidad exige una mirada que abarque la totalidad sin perder el marco científico, Leff señala que "la crisis ambiental ha sido asociada al fraccionamiento del conocimiento" (Leff, 2004:15), la comprensión del mundo exige de un saber holístico, un pensar la complejidad se hace indispensable (Leff, 2004) ¿Cómo entender esa relación a través de un indicador que nos permita ver si esa complejidad es perenne o camina hacia un colapso insostenible? Debemos desarrollar un índice que establezca la relación que una sociedad hace del medio ambiente, que llamaremos Índice dinámico de regeneración ambiental (IDRA). Este índice integraría factores sociales, económicos y ambientales, y mediría cómo una sociedad reproduce las condiciones que permiten su subsistencia y la del ambiente natural en el que se inserta. Materializar este indicador requiere un gran esfuerzo de síntesis para organizar la información de diversas áreas y ofrecer una mirada más simple de la complejidad que abarca.

Índice dinámico de regeneración ambiental (IDRA)

El estudio crítico de la huella ecológica nos ha llevado a reformular la cuestión para crear un indicador que aúne por un lado el carácter dinámico que debiera estar presente en todo indicador, y, por otro lado, que se concentre en lo primordial al momento de realizar una evaluación del estado del ambiente y la naturaleza². Un posible nuevo enfoque para lograr esto sería utilizar un índice que denominaremos como el índice dinámico de regeneración ambiental (IDRA), que calcularía *la capacidad de un territorio para regenerarse a sí mismo y mantener la provisión sostenible de recursos y servicios ecosistémicos a los habitantes de dicho territorio*. A diferencia de la huella ecológica que como vimos en informes anteriores calcula variables similares en términos relativos, el IDRA se centraría en medir dichas variables en términos absolutos en cada territorio o unidad de medición.

² Este trabajo es parte de los resultados de un Proyecto de Investigación financiado por la UCALP, titulado: "Actualización en el proyecto, la gestión y la producción de obras arquitectónicas sustentables (INISAT FAD UCALP)", desarrollado por los autores (Expte. N.º 204/20; Guete *et al.*, 2024).

Ética de la Tierra de Aldo Leopold como fundamento propositivo del IDRA

La naturaleza virgen de Leopold y el IDRA

Sólo el estudioso entiende porqué la naturaleza, cruda y salvaje, define y da sentido a la empresa humana. (Leopold, 1949 [“Wilderness”])

Hemos elegido el término de “naturaleza virgen” para traducir *wilderness*, uno de los capítulos del libro *A Sand County Almanac* de Aldo Leopold³, quien fuera un reconocido ecologista y una de las voces importantes que han influenciado la forma en que entendemos la relación entre el ser humano y la naturaleza. Sus reflexiones sobre la ética ambiental y la necesidad de respetar la biodiversidad resuenan aún hoy en día.

Breve descripción del trabajo e influencia de Aldo Leopold

"Solo la montaña ha vivido el tiempo suficiente como para escuchar y comprender el aullido de un lobo." (Leopold, 1949 [“Pensando como una montaña”])

La influencia de Aldo Leopold en la gestión de la vida silvestre es notable, especialmente en su concepto de capacidad de carga. Según Caughley y Sinclair (1994), citados en Mandujano (2007), la capacidad de carga ecológica determina el límite natural de una población por los recursos en un ambiente específico. Por otro lado, el crecimiento poblacional está controlado por el recurso más escaso, según la ley de Liebig. Esta noción de limitación de recursos resuena en el trabajo de Leopold, quien abogaba por una comprensión integral de los ecosistemas. En *Pensando como una montaña*, Leopold relata cómo cazaba lobos para aumentar la población de ciervos, pero al observar la muerte de una loba, comprendió que su ausencia causaba un daño ecológico. "En esos días yo era joven y estaba lleno de ganas de disparar; pensaba que mientras menos lobos hubiese más ciervos habría..." (Leopold, 1949). Este tipo de reflexiones ha llevado a varios autores a considerar a Leopold un precursor de la biosemiótica. Aunque su enfoque en *A Sand County Almanac* ilustra un estudio biosemiótico de la naturaleza, se cuestiona "hasta qué punto Leopold estaría familiarizado con las ideas de Peirce o Uexküll" (Potter, 2016:112). En el contexto del IDRA, los escritos de Leopold destacan la importancia de conservar la biodiversidad y promover la sostenibilidad en las prácticas humanas en relación con el territorio.

³ "El ensayo 'La naturaleza virgen' es uno de los capítulos de *A Sand County Almanac (Almanaque del Condado Arenoso)*, la obra cimera del ingeniero forestal y ecólogo estadounidense Aldo Leopold, concluida justo antes de su muerte en 1948. [...] El esfuerzo de Leopold a lo largo de toda su vida por llegar a comprender la tierra como un sistema ecológico dinámico, y al mismo tiempo como una comunidad moral de la que todos los seres formamos parte, culmina en el famoso ensayo 'La ética de la tierra', cuyo título se escogió para dar nombre a la edición castellana parcial de *A Sand County Almanac (Una ética de la tierra)*, Los Libros de la Catarata, Madrid 2000". Nota de Jorge Riechmann publicada inicialmente en Estefanía Blount/ Luis Clarimón/ Ana Cortés/ Jorge Riechmann/ Dolores Romano (coords.): *Industria como naturaleza. Hacia la producción limpia*, Los Libros de la Catarata, Madrid 2003, p. 257.

Filosofía de Aldo Leopold (Leopold en el IDRA)

La naturaleza virgen es un recurso que puede menguar, pero no crecer. Se pueden detener o modificar las invasiones, de manera que se mantenga una zona utilizable para el esparcimiento, o la ciencia, o la fauna, pero la creación de nueva naturaleza virgen, en el sentido pleno de la palabra, es imposible. (Leopold, 1949 ["Wilderness"])

Se concluye, por tanto, que cualquier programa de conservación de la naturaleza es una acción de combate en la retaguardia, para que las retiradas se reduzcan al mínimo.

Las filosofías de Aldo Leopold resalta la necesidad de adoptar una ética de la tierra que considere a todas las especies como parte de una comunidad interdependiente.

Un aspecto fundamental de la aplicación de las citas de Leopold en la IDRA radica en la importancia de considerar la ética ambiental en la toma de decisiones en los fenómenos humanos sobre el medio ambiente y sobre todo en los ambientes impactados por el hacer humano. Como menciona Leopold: "Un acto es ético cuando la regla que lo rige tiende a preservar la integridad, estabilidad y belleza de la comunidad biótica". Esta premisa se relaciona estrechamente con los principios de la IDRA, que buscan garantizar la sostenibilidad ambiental incluso en el seno de las ciudades a través de prácticas orientadas a esos fines. Tengamos en cuenta que Leopold se refiere permanentemente a entornos naturales, y no a entornos urbanos, adscribiendo a la clásica dualidad naturaleza-ciudad.

Por otro lado, las obras de Leopold también abogan por la necesidad de un cambio de paradigma en nuestra relación con la naturaleza. Leopold entendió que la imagen que tenemos de la naturaleza no es un último análisis del mundo natural en sí, se trata solamente de una imagen de nuestra relación actual con la naturaleza, nuestro paradigma actual de relacionarnos con la tierra. En este sentido, destaca la importancia de entender a la Tierra como un sistema complejo, interconectado y en constante evolución, donde cada especie y ecosistema juegan un papel crucial.

En relación a las propuestas de Leopold, el IDRA va un paso más allá, buscando medir la capacidad de un territorio ya sea natural o urbano para regenerarse ecosistémicamente, en lugar de enfocarse únicamente en métricas económicas.

Aspectos clave del IDRA y su implementación

El IDRA se centraría en la dinámica actual del territorio para reproducir sus condiciones ambientales iniciales y mantener la integridad ecosistémica, midiendo no solo el impacto actual, sino la trayectoria hacia un estado deseado de regeneración total. Incorporaría indicadores de calidad ambiental, biodiversidad, productividad ecosistémica y ciclo sostenible de nutrientes, priorizando enfoques basados en la naturaleza que permitan al territorio regenerarse de manera autónoma. Promovería la transición hacia una economía circular con ciclos cerrados de materia y energía, imitando los procesos ecológicos naturales para maximizar la eficiencia en el uso de recursos y minimizar los desechos y la contaminación. Un IDRA bien diseñado podría medir de forma más dinámica y proactiva el desempeño ambiental, incentivando soluciones basadas en la naturaleza que permitan a los territorios regenerarse y prosperar dentro de sus límites ecológicos.

Características de la implementación del IDRA

Para implementar el IDRA, se podría definir un conjunto manejable de indicadores clave que midan variables como calidad del agua, salud del suelo, biodiversidad, resiliencia climática y eficiencia de recursos. Establecer metas e hitos para cada indicador según la visión deseada de regeneración ambiental guiaría las acciones hacia una trayectoria mejorada. Hacer un inventario inicial del estado actual de los indicadores establecería una línea base para cerrar brechas. Implementar proyectos prácticos que conduzcan a mejoras medibles en los indicadores, como restauración ecológica, agricultura regenerativa, captura de aguas pluviales, programas de eficiencia energética y reciclaje, e incentivos para prácticas ambientalmente positivas.

Integración de la dimensión ambiental, económica, social e institucional en el IDRA

El IDRA (índice dinámico de regeneración ambiental) podría integrar las cuatro dimensiones de la sustentabilidad de la siguiente manera:

Dimensión ambiental: Es el núcleo del IDRA, midiendo la regeneración y salud de los ecosistemas a través de indicadores como la calidad del suelo, agua, aire, biodiversidad y ciclo de nutrientes.

Dimensión económica: Incluir métricas que midan la eficiencia en el uso de recursos, la transición hacia una economía circular y la capacidad de proveer bienes y servicios sostenibles a largo plazo. Esto implica valorar los servicios ecosistémicos y la biodiversidad en las decisiones económicas.

Dimensión social: Incluir indicadores que midan el bienestar humano y la equidad, como el acceso a alimentos y agua saludables, calidad de vida y participación comunitaria.

Dimensión institucional: Medir la gobernanza ambiental y la eficiencia de las instituciones en la transición regenerativa, promoviendo marcos legales y políticas que apoyen la regeneración a diferentes escalas. El IDRA puede ofrecer una métrica integral del progreso hacia sociedades y economías verdaderamente regenerativas.

El IDRA y la transición hacia una "sociedad regenerativa"

El IDRA (índice dinámico de regeneración ambiental) y la transición hacia sociedades regenerativas están íntimamente relacionados. El IDRA mide la capacidad de un territorio para regenerarse y suministrar recursos y servicios sostenibles, marcando el camino hacia una "economía regenerativa" que imita los ciclos naturales. Pero la regeneración ambiental requiere cambios profundos en la sociedad: instituciones, tecnologías, valores y relación con la naturaleza. Se necesita una "transición cultural" junto con políticas e incentivos efectivos. Una "sociedad regenerativa" prioriza el bienestar colectivo a largo plazo, redefine el progreso en términos de salud ecológica y construye economías justas dentro de los límites planetarios, basándose en la cooperación más que en el individualismo. El IDRA puede guiar a la sociedad hacia esta "visión compartida" de regeneración, proporcionando indicadores y metas factibles. Sin embargo, sólo una sociedad

comprometida y participativa puede implementar las políticas y cambios necesarios para lograr el desarrollo regenerativo a escala.

Hacia una "sociedad regenerativa"

Una sociedad regenerativa es aquella donde los seres humanos viven en armonía y cooperación con la naturaleza, basándose en sistemas económicos, políticos e institucionales diseñados para regenerar y mantener los ciclos vitales que sustentan todas las formas de vida, en lugar de agotar y destruir (Guattari, 2022). Busca constantemente la regeneración ambiental y la salud ecológica a través de prácticas sostenibles y de bajo impacto, operando dentro de los límites de los ecosistemas. Define el progreso en términos de bienestar humano y ecológico integral, fomentando estilos de vida simples y conectados con la naturaleza. Avanzar hacia una sociedad regenerativa requiere una transición energética, agricultura regenerativa, economía circular, redefinición del crecimiento económico para maximizar el bienestar, en lugar del PIB. Estos cambios sistémicos transformarían fundamentalmente la forma en que funcionan nuestras economías, sistemas energéticos, agrícolas, financieros y culturales, para avanzar hacia sociedades donde el bienestar humano y no humano se valora por igual.

Instrumentación y medición del IDRA

El enfoque dinámico del IDRA se centra en medir la capacidad de un territorio para regenerarse a sí mismo y mantener la provisión sostenible de recursos y servicios ecosistémicos a largo plazo. A diferencia de la huella ecológica que calcula variables en términos relativos, el índice dinámico de regeneración ambiental mide dichas variables en términos absolutos para cada territorio o unidad de medición. Al contrastar ambos enfoques en el caso de las ciudades, por ejemplo, se puede ver que la huella ecológica proporciona información importante sobre el impacto ambiental actual de las ciudades, mientras que el IDRA va más allá al evaluar la capacidad de las ciudades para regenerarse y adaptarse a los desafíos ambientales futuros.

1	Definición de Objetivos	Propósitos: incrementar la capacidad de regeneración urbana, restaurar la biodiversidad, incrementar la resiliencia urbana, gestión de humedales, cuidado y aumento de la forestación urbana, disminuir la contaminación ambiental (mejorar la calidad del aire, del agua, del suelo), etc.
		Usuarios: Definir quién utilizará el índice (gobiernos, ONGs, empresas, comunidades locales).
2	Selección de Indicadores	Indicadores Ambientales: Seleccionar métricas relevantes como la calidad del aire y agua, la cobertura forestal, la biodiversidad, estado de humedales, el ciclo de nutrientes, etc.
		Indicadores de Procesos: Incluir métricas relacionadas con las actividades humanas que afectan el medio ambiente, como la reducción de emisiones, prácticas agrícolas sostenibles, Tasa de Reciclaje, Uso del Agua, Eficiencia Energética, etc.
		Indicadores Sociales y Comunitarios: Considerar cómo las comunidades locales están participando en la regeneración y beneficiándose de ella. Participación Comunitaria. Educación Ambiental
3	Metodología de Medición	Definición de Datos, Fuentes de Recolección y Frecuencia de Medición de Datos Ambientales
		Definición de Datos, Fuentes de Recolección y Frecuencia de Medición de Datos de Gestión
		Definición de Datos, Fuentes de Recolección y Frecuencia de Medición de Datos Sociales
4	Desarrollo del Índice	Estructura del Índice: Decidir cómo combinar los diferentes indicadores en un único índice. Puede ser un promedio ponderado o un modelo más complejo como indicamos en el texto.
		Escala de Medición: Establecer una escala clara (por ejemplo, 0-100) y qué significan los diferentes rangos en términos de regeneración ambiental.
		Métodos de Análisis y Cálculo del Índice con Técnicas Estadísticas y Modelización como se indica en el texto. Mapeo y graficación de los resultados.
5	Implementación y Validación	Pruebas Piloto: Realizar pruebas en áreas específicas para ajustar la metodología y los indicadores.
		Validación Cruzada: Comparar los resultados del índice con datos de referencia y estudios previos para verificar su precisión y relevancia.
6	Comunicación y Uso	Transparencia: Publicar los resultados de manera clara y accesible, con explicaciones sobre cómo se calculó el índice.
		Recomendaciones: Ofrecer sugerencias basadas en los resultados para mejorar la regeneración ambiental.
		Educación y Capacitación: Capacitar a los usuarios sobre cómo interpretar y utilizar el índice.
7	Actualización y Mejora Continua	Revisión Periódica: Revisar y actualizar los indicadores y la metodología en función de los avances científicos y las nuevas necesidades. Contrastar con los valores de la Huella Ecológica para la Región y con otros índices ambientales.
		Retroalimentación: Recoger y analizar comentarios de los usuarios para mejorar el índice. Instrumentar los datos contrastados de otras mediciones o Índices de la Región.
8	Integración con Políticas Públicas	Alineación: Asegurar que el índice esté alineado con las políticas y objetivos de sostenibilidad y regeneración ambiental a nivel local, nacional e internacional. Realizar controles continuos de los impactos de su uso en la Gestión, para permitir su Actualización y Mejora continua.
		Apoyo Institucional: Buscar apoyo de entidades gubernamentales y organizaciones internacionales para la implementación y difusión del índice.

Tabla 1. Guía tentativa para la propuesta, implementación y mejoramiento del IDRA (sugerencia de los autores).

En la Tabla 1, se indica una descripción tentativa de los pasos posibles para definir, utilizar, mantener y mejorar el IDRA. Tal como allí puede verse, se inicia con la definición de los objetivos del Índice, para luego establecer los indicadores más adecuados y una adecuada metodología de

medición (desde lo ambiental, la gestión y lo social). El próximo paso es el desarrollo del índice, definiendo su estructura, una escala para la medición y los métodos de análisis y cálculo del IDRA. En este último aspecto y con el fin de lograr una evaluación efectiva y eficiente del índice, se han de usar metodologías matemáticas que faciliten su cálculo e interpretación (UNO, 2017; Triola, 2013; Mendenhall, 2016; Correa, 2018). Una alternativa posible con la que lograr una evaluación comprensiva y equilibrada del IDRA es la de recurrir a una combinación de los métodos estadísticos de normalización Z-Score, normalización Min-Max, el método de análisis de componentes principales (PCA), regresión lineal y promedio ponderado. Cada método contribuye de manera única a la creación del índice: la normalización asegura la comparabilidad de los datos, el PCA reduce la dimensionalidad, conservando la mayor cantidad de variabilidad posible (permitiendo así la combinación de múltiples indicadores y simplificando la interpretación y la evaluación), la regresión lineal ajusta la influencia de los indicadores, y el promedio ponderado integra los resultados en un índice final, el IDRA. Durante la gestión, mediante la actualización de los impactos de nuevas evidencias que se vayan recopilando, con el uso de un método probabilístico, por ejemplo, el teorema de Bayes, los valores calculados del IDRA utilizados como hipótesis en conjunto con las nuevas evidencias, servirían para estimar las probabilidades de éxito de la regeneración ambiental urbano-regional en cuestión.

Conclusión

El índice dinámico de regeneración ambiental (IDRA) refleja la capacidad de un territorio para regenerarse y proporcionar recursos de manera sostenible. Un IDRA alto significa que los ecosistemas de ese lugar son capaces de autorrenovarse y proveer de manera sostenible los recursos y servicios que requieren las sociedades humanas. Sin embargo, para lograr altos niveles de regeneración, es fundamental un cambio cultural hacia una "sociedad regenerativa" (Wahl, 2016), que implique transformaciones en nuestras economías y estilos de vida. En este contexto, es crucial considerar un cambio de paradigma ético-filosófico en nuestra comprensión de la vida y nuestra relación con el planeta. Este cambio no solo debe enfocarse en la sostenibilidad y la regeneración, sino también en cómo redefinimos nuestros valores y principios en relación con la naturaleza. La transición hacia una sociedad regenerativa requiere que revaluemos nuestra conexión con el entorno, promoviendo una ética que priorice la cooperación, la moderación y el respeto por el medio ambiente, reconociendo que somos parte integral de un sistema más amplio. Este enfoque nos permitirá no solo enfrentar los desafíos ambientales, sino también fomentar un futuro en el que la humanidad y la naturaleza coexistan de manera armónica y sostenible.

Referencias

- Barnosky, A.D.; Hadly, E.A.; Bascompte, J. et ál. (2012): Approaching a state shift in Earth's biosphere. *Nature*, vol. 486, junio 2012, pp. 52-58. Recuperado de: <http://www.bascompte.net/content/publications/nature11018.pdf>
- Coenen, Reinhard (2000): Konzeptionelle Aspekte von Nachhaltigkeitsindikatorensystemen, Forschungszentrum Karlsruhe TATuP – *Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis*, Nr. 2, 9. Jahrgang, S. 47-53, Juni 2000. Recuperado de: https://www.tatup-journal.de/tadn002_coen00a.php / https://www.tatup-journal.de/downloads/2000/tadn002_coen00a.pdf
- Correa Morales, Juan C.; Barrera Causil, Carlos J. (2018): *Introducción a la Estadística Bayesiana*. 1a ed., Medellín: Instituto Tecnológico Metropolitano.
- Daly, H.E. (1991): Criterios operativos para el desarrollo sostenible. Recuperado de: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:151745331>
- Ewing, B. et al (2010): *Calculation Methodology for the National Footprint Accounts*, 2010 Edition. Oakland: Global Footprint Network.
- Francisco. 2015. *Carta Encíclica Laudato Si' sobre el cuidado de la casa común*. Vaticano. Disponible en: http://w2.vatican.va/content/francesco/es/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si.html
- Georgescu-Roegen, Nicholas (1975): Energía y Mitos Económicos. *El Trimestre Económico*, Vol. 42, No. 168(4) (Octubre-Diciembre1975), pp. 779-83. Recuperado de: https://www.jstor.org/stable/20856519?seq=1#page_scan_tab_contents
- Guattari, Felix (2015): *¿Qué es la Ecosofía?* Textos presentados y agenciados por Stéphane Nadaud. Traducción Pablo Ires. Editorial Cactus. Serie Occursus.
- Guete, Hugo; Ardohain, Sergio; García, Claudio; Orazzi, Pedro (2021): Sobre las problemáticas ambientales en la generación de los indicadores de sustentabilidad urbana. *III Jornada de Investigación UCALP*. La Plata, 2021.
- Guete, Hugo; Ardohain, Sergio; García, Claudio; Orazzi, Pedro (2024): Informe Final de la Investigación sobre “Actualización en el Proyecto la gestión y la producción de obras arquitectónicas sustentable”. Consultar en: <https://repositorio.ucalp.edu.ar/entities/publication/bb94c60a-41c2-4bf8-8853-11ae96745894>
- Hara, Minako et al (2016): New Key Performance Indicators for a Smart Sustainable City. *Sustainability* 2016, 8, 206; doi:10.3390/su8030206. Recuperado de: <https://www.mdpi.com/2071-1050/8/3/206/htm>
- Huang, Lu et al (2015): Defining and measuring urban sustainability: a review of indicators. *Landscape Ecology* 30(7) May 2015. DOI: 10.1007/s10980-015-0208-2. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/276621753_Defining_and_measuring_urban_sustainability_a_review_of_indicators
- Leff, E. (1995): ¿De quién es la naturaleza? Sobre la reapropiación social de los recursos naturales *Gaceta Ecológica* 1995. No. 37: 28-35.
- Leff, E. (2004). Racionalidad ambiental y diálogo de saberes: significancia y sentido en la construcción de un futuro sustentable. *POLIS, Revista Latinoamericana*, 2(7),0.[fecha de Consulta 28 de Agosto de 2023]. ISSN: 0717-6554. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30500705>

- Leopold, Aldo (1949): *A Sand County Almanac and Sketches Here and There*. Oxford University Press.
- Liu, Yan; Shen, Liyin; Ren, Yitian; Zhou Tao (2023): Regeneration towards suitability: A decision-making framework for determining urban regeneration mode and strategies. *Habitat International* 138 (2023) 102870.
- Lovelock, James E. (1985): *Gaia, una nueva visión de la vida sobre la Tierra*. Ediciones Orbis, S.A., Barcelona. Edición original en inglés: 1979.
- Lovelock, James E. (2011): *La Tierra se agota*. Editorial Planeta, Barcelona, 2011.
- Mandujano, Salvador (2007): Carrying Capacity and Potential Production of Ungulates for Human Use in a Mexican Tropical Dry Forest. *Biotropica* 39. 519-524.
- Mendenhall, W.; Beaver, R. J.; Beaver, B.M. (2015): *Introducción a la probabilidad y estadística*. 14a. Edición. Santa Fe (México): Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.
- Pira, M. A. (2021): Novel taxonomy of smart sustainable city indicators. *Humanit Soc Sci Commun* 8, 197. Puede consultarse en: <https://doi.org/10.1057/s41599-021-00879-7>
<https://www.nature.com/articles/s41599-021-00879-7>
- Potter, Rebecca C. (2016). The biosemiotics of Aldo Leopold. *Sign Systems Studies* 44 (1-2):111-127.
- Rees, W. E. (1992). Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. *Environment and Urbanization*, 4(2), 121-130.
<https://doi.org/10.1177/095624789200400212>
<http://eau.sagepub.com/cgi/content/abstract/4/2/121>
- Rockström, Johan (2015): Bounding the Planetary Future: Why We Need a Great Transition. *Great Transition Initiative* (April 2015). <https://greattransition.org/publication/bounding-the-planetary-future-why-we-need-a-great-transition>
- Science for Environment Policy (2018): *Indicators for sustainable cities*. In-depth Report 12. Produced for the European Commission DG Environment by the Science Communication Unit, UWE, Bristol. Recuperado de: https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/indicators_for_sustainable_cities_IR12_en.pdf
- Steffen, W. et al (2005): *Global Change and the Earth System: A Planet Under Pressure*. Springer-Verlag: Berlin, Heidelberg, New York.
- Tomadoni, Claudia (2013): Desarrollo e indicadores cualitativos: una propuesta conceptual en torno a sustentabilidad y ambiente. En: *La observación urbana en ciudades latinoamericanas* / Oscar Frausto Martínez y Justo Rojas López (Coordinadores). Artículo de pág. 91-124. Cozumel, Quintana Roo – México, Universidad de Quintana Roo, 2013.
- Triola, Mario F. (2013): *Estadística*. Decimoprimer Edición. México: Pearson Educación.
- UNO Department of Economic and Social Affairs, Statistics Division (2017): *Studies in Methods Framework for the Development of Environment Statistics*. (FDES 2013) United Nations Publication ST/ESA/STAT/SER.M/92.
- Wackernagel, Mathis; Rees, William (1996): *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. New Society Publishers, Philadelphia.
- Wahl, Daniel Christian (2016): *Designing Regenerative Cultures*. Axminster, England: Triarchy Press.
- Wallerstein, Immanuel (1998): *Impensar las Ciencias Sociales: Límites de los Paradigmas Decimonónicos (el Mundo del Siglo XXI)* Siglo XXI Editores, México.

- Wiedmann, Thomas; Barrett, John (2010): A Review of the Ecological Footprint Indicator - Perceptions and Methods. *Sustainability* 2010, 2, 1645-1693.
- Wittek, Susanne; Feindt, Peter H.; Gessenharter, Wolfgang et al (editores) (2002): *Nachhaltigkeitsindikatoren und Partizipation*. Hamburg University Press, Hamburg. Recuperado de: http://hup.sub.uni-hamburg.de/volltexte/2008/45/chapter/HamburgUP_Nachhaltigkeit_Literaturverzeichnis.pdf