

## RIQUEZA DE LAS NACIONES: la Riqueza Natural y Ambiental como Factor Fundamental de la Productividad Total de los Factores y de la Vida del Planeta

Imprimir

Es evidente que el deterioro y disminución de los ecosistemas y la alteración de los flujos y dinámicas naturales del planeta tierra, que son el resultado de millones de años de evolución, está afectando creciente y dramáticamente la población humana del planeta, por las inundaciones, deslizamientos, incendios, sequías, lluvias y crecientes súbitas, y por las sinergias entre los cada vez más frecuentes eventos de variabilidad climática y las consecuencias del cambio climático, así como de la deforestación y pérdida de la capa vegetal y arbórea terrestre y la pérdida de manglares, pastos marinos y corales marinos y la acidificación oceánica, con el agravante que los estamos afectando brutalmente hasta el punto que la cantidad de especímenes por especie ha decrecido en más de 90% en los últimos cincuenta años en América Latina, que es el subcontinente donde más ha disminuido la cantidad de biodiversidad; es decir, que quedan mucho menos animales de cada especie, pues están en algún nivel de riesgo de extinción alrededor de un millón de especies de los 8 millones estimados como existentes.

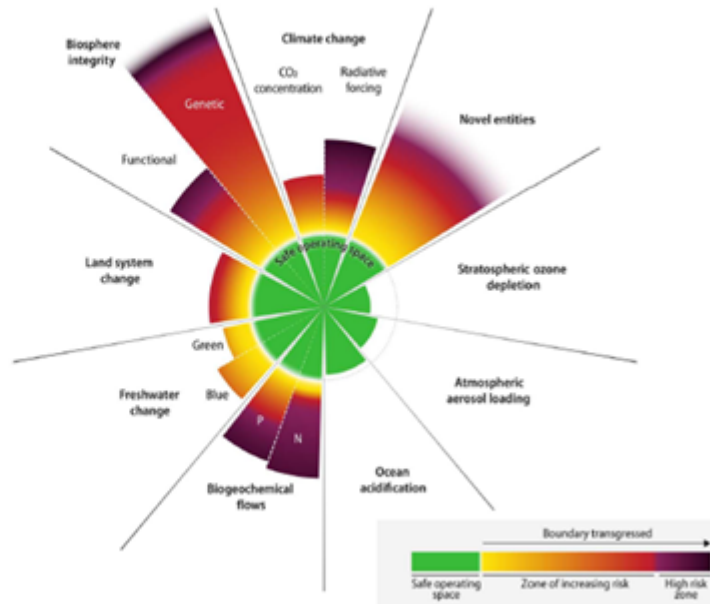
Muchos investigadores e intelectuales se refieren al Antropoceno y otros, menos numerosos, al Capitaloceno, como la era de la tierra en la cual las acciones antrópicas, movidas por el mercado de bienes y servicios que se desató en la revolución industrial inglesa, con la motivación principal de acumular riqueza monetaria y económica; está resultando en el franco y grave deterioro y desaparición de la riqueza natural de la tierra. El problema sigue creciendo a una velocidad e intensidad impresionantes, hasta el punto que siete de los nueve límites planetarios han sido sobrepasados, pues, aunque la gráfica 1, de 2023 muestra sólo seis, también el de la acidificación de los océanos ha sido sobre pasado ya.

## RIQUEZA DE LAS NACIONES: la Riqueza Natural y Ambiental como Factor Fundamental de la Productividad Total de los Factores y de la Vida del Planeta

SCIENCE ADVANCES | RESEARCH ARTICLE

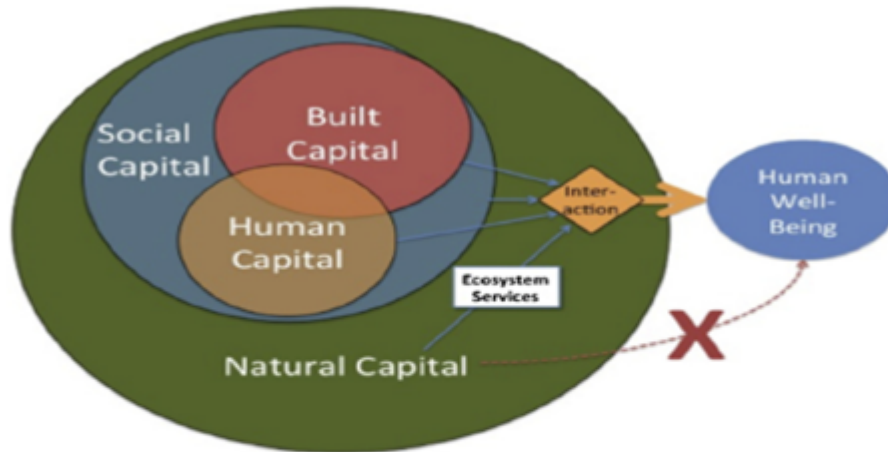
### 6 DE LOS 9 LIMITES PLANETARIOS HAN SIDO SOBREPASADOS

Richardson *et al.*, *Sci. Adv.* **9**, eadh2458  
(2023) 13 September 2023



Como ya lo hemos mencionado en esta revista, Robert Costanza y su equipo encontraron que 19 servicios de 17 grandes ecosistemas significan alrededor de 125 a 145 trillones de dólares año (dólares de 2007) para la humanidad; La pérdida de servicios ecosistémicos sería entre 4.3 a 20.3 trillones de dólares en cinco años (entre 1997 y 2011); mientras que todo el PIB agregado de todos los países llegó a 75 trillones en 2007[1],[2] . Esto demuestra, aunque sea incompleto y medido en términos “crematísticos”[3],- lo cual critica la escuela de Economía Ecológica de Martinez Alier, que sostiene que no se deben asignar “precios” a los valores naturales o ecosistémicos pues entonces los convierte en mercancías que se negocian en el mercado-, que el valor económico aproximado de los servicios ecosistémicos que presta la naturaleza per se sin intermediación humana, significan fácilmente el doble de lo que produce anualmente la humanidad.

## RIQUEZA DE LAS NACIONES: la Riqueza Natural y Ambiental como Factor Fundamental de la Productividad Total de los Factores y de la Vida del Planeta



Fuente: Robert Costanza y equipo. Ver pies de página 1 y 2.

Nota: esta gráfica se diferencia de la de Riqueza Territorial Sustentable planteada por Fonseca (2019) en su investigación de doctorado, en cuanto a que deja por fuera el bienestar humano no solo del universo "artificial" es decir el construido por los humanos (que está representado por capital social, capital construido y capital humano) mientras que Fonseca lo integra en la Riqueza Humana y además lo sitúa, junto con la riqueza privada, dentro de la riqueza pública e institucional y a su vez, todas ellas dentro de la riqueza natural y ambiental.

Uno de los retos para la teoría económica en el siglo 21 es reemplazar la ecuación de la productividad de los factores para incluir la naturaleza. Detrás de todo ello es necesario el cambio de "modelo" de desarrollo, de un mal desarrollo o crecimiento desbalanceado, hacia un buen desarrollo o "balance sinérgico de riquezas", en el cual se integre la naturaleza, que es mucho más que la biodiversidad, que es inmensamente fundamental; el problema ¡NO ES AMBIENTE O DESARROLLO!!! Se requiere medir e interpretar diferente la producción en el siglo 21, pues el equilibrio es diferente al de la teoría neoclásica de acumulación privada ilimitada de unos pocos; el nuevo "equilibrio" socioecológico es dentro de límites funcionamiento de los ecosistemas, que permita reproducción y regeneración natural, convivencia e inclusión digna.

Por ello, considero que es necesario el reemplazo de la ecuación de Productividad Total de los Factores.

$$Y = f(K^a L^{1-a}) \text{ por } Y = f(K^a L^{1-a} N^{(1-d)})$$

## RIQUEZA DE LAS NACIONES: la Riqueza Natural y Ambiental como Factor Fundamental de la Productividad Total de los Factores y de la Vida del Planeta

donde N es Naturaleza, d es daño a los ecosistemas

En la medida en la cual el trabajo y el capital usan la naturaleza de la forma actual, la naturaleza disminuye y revierte en que, aún con más tecnología e innovación, se reducen los servicios ecosistémicos pues hay menos naturaleza o se ha afectado significativamente. Por ello, la discusión de qué tipo de producción y de consumo debe hacerse es fundamental; es urgente avanzar, por ejemplo, en la transición energética de reemplazo de los combustibles fósiles por las energías renovables, pero teniendo en cuenta que éstas tienen también costos y riesgos socioambientales y deben seleccionarse las que menos impacten la naturaleza.

Una simple exploración con Inteligencia artificial preguntando como introducir la Naturaleza en la ecuación de la productividad total de los factores arroja los siguientes resultados[4]:

“Para integrar la Naturaleza (o el capital natural) en la ecuación de la Productividad Total de los Factores (PTF), debemos evolucionar del modelo tradicional de Solow-Swan hacia uno de contabilidad del crecimiento verde.

Tradicionalmente, la función de producción se define como:

Donde Y es el producto, A es la PTF, K es el capital físico y L el trabajo. Al ignorar los recursos naturales, la PTF suele estar “inflada” porque atribuye a la eficiencia o tecnología lo que en realidad es extracción de recursos o degradación ambiental. Para ser precisos, debemos añadir el factor R (Recursos Naturales y Servicios Ecosistémicos) y un factor de ajuste por externalidades negativas o servicios ambientales. La ecuación se reestructura así:

$$Y = A_{\text{verde}} \times K^{\alpha} \times L^{\beta} \times R^{\gamma}$$

Para que esta ecuación sea funcional en la economía moderna, el factor R no solo incluye lo que extraemos, sino lo que mantenemos:

- Natural Stock: Reservas de minerales, combustibles fósiles y biodiversidad.

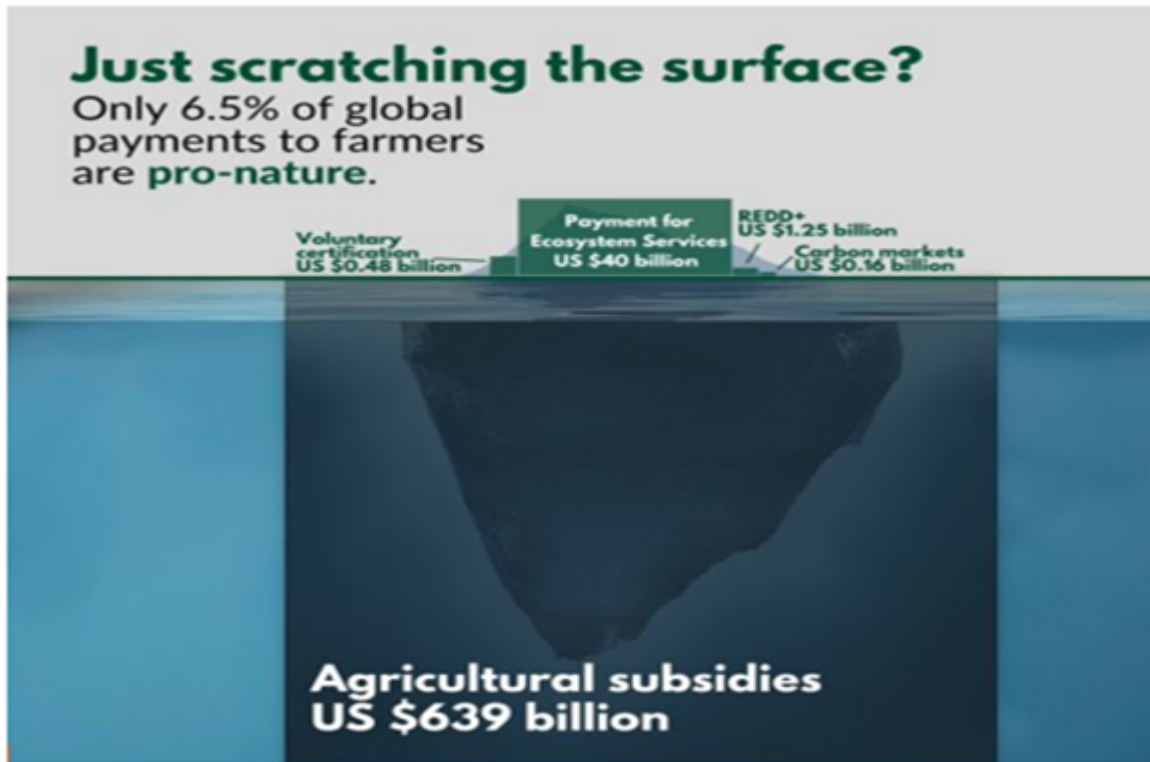
## RIQUEZA DE LAS NACIONES: la Riqueza Natural y Ambiental como Factor Fundamental de la Productividad Total de los Factores y de la Vida del Planeta

- Servicios Ecosistémicos: Capacidad de absorción de carbono, polinización y regulación hídrica.
- Ajuste por Degradación: Si el PIB crece a costa de destruir un acuífero, la PTF real disminuye porque se está consumiendo el “principal” de la naturaleza para generar flujo de caja.  
Al incluir la naturaleza, la “magia” del residuo de Solow (A) se vuelve más transparente:

| Factor         | Sin Naturaleza (Tradicional)           | Con Naturaleza (Sostenible)                                               |
|----------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Crecimiento    | Se ve como eficiencia pura.            | Se distingue entre eficiencia real y agotamiento de recursos.             |
| Externalidades | Son invisibles (costo cero).           | Se restan del producto neto, reduciendo la PTF si hay alta contaminación. |
| Innovación     | Solo enfocada en ahorrar mano de obra. | Se mide por la capacidad de producir más con menos impacto ambiental.     |

Uno de los sectores más vulnerados por la visión convencional de la economía neoclásica es precisamente el agropecuario; la gráfica siguiente muestra la enorme diferencia entre los subsidios perversos y los orientados a protegerla y usarla responsablemente.

## RIQUEZA DE LAS NACIONES: la Riqueza Natural y Ambiental como Factor Fundamental de la Productividad Total de los Factores y de la Vida del Planeta



Fuente: "How can economic incentives designed for environmental conservation support a transition to sustainable and equitable agriculture", Lina Moros, Sergio Puerto, Dayron Monroy, Josefina Achaval Torre, Ximena Rueda, CODS 2023.

Otro estudio[5] examinó el cambio total de factores en la productividad en el sector agrícola sueco y las fuentes que impulsan este cambio. En una contribución novedosa, también evaluó el efecto de los enfoques de protección ecológica en el cambio total de la productividad de los factores. Los resultados empíricos mostraron que la eficiencia técnica media del sector agrícola sueco era del 71%, lo que indica que el sector podría aumentar la producción en un 29% con los insumos y la tecnología determinados.

El cambio total de la productividad de los factores (0,7%) fue positivo durante todo el periodo del estudio, pero hubo variaciones en sus tres fuentes, es decir, cambio de eficiencia técnica, cambio técnico y cambio de escala. El cambio medio de eficiencia técnica y el cambio técnico para el periodo 2010-2016 fueron ambos negativos, pero el cambio de escala fue positivo, lo que indica que las explotaciones agrícolas operaban con rendimientos de escala crecientes

## RIQUEZA DE LAS NACIONES: la Riqueza Natural y Ambiental como Factor Fundamental de la Productividad Total de los Factores y de la Vida del Planeta

de media. En particular, la especialización agrícola en cultivos mixtos o producción integrada y la ubicación en una zona menos favorecida (no montañosa) de Suecia tuvo efectos negativos significativos en el cambio total de la productividad de los factores.

La agricultura ecológica, el cultivo mixto y la ganadería de cultivos integrados son enfoques de protección ecológica; los resultados del estudio indican que la adopción de enfoques ecológicos tiene un efecto negativo en el cambio total de la productividad de los factores, es decir, permiten que la naturaleza resista más la presión antrópica, por lo cual se colige que se requieren urgentemente políticas para mejorar la productividad total de los factores y, al mismo tiempo, promover la adopción generalizada de enfoques ecológicos. La paradoja es que, en los trópicos, con sistemas como la ganadería regenerativa y los sistemas silvopastoriles, en los cuales incluso se puede aumentar un poco la cantidad de animales por hectárea, se estaría protegiendo más la naturaleza, en el sentido que se protege el suelo, las fuentes de agua y hay más biomasa vegetal y biodiversidad a todos los niveles, con énfasis en los microorganismos del suelo, tan ignorados y maltratados por la agricultura y ganadería convencionales. Sin embargo, en el caso sueco, en el cual se da una pérdida de productividad convencional debido a la adopción de enfoques ecológicos, podría compensarse de alguna manera para hacer que estos enfoques sean más aceptables para los agricultores. Es importante tener presente que muchos de los servicios de los ecosistemas no se tienen en cuenta y por tanto las estimaciones de beneficios y costos pueden ser muy incompletas.

En el ejercicio de construcción del IDTS, índice de desarrollo territorial sustentable, para Colombia, que adelantó Fonseca en 2018-2019, se midió la riqueza natural y ambiental, con las siguientes variables, advirtiendo que tanto la escogencia de dichas variables como sus propios valores para cada municipio tienen muchas limitaciones tanto por la falta de información como por las limitaciones de la información existente; así, por ejemplo, se tomaron en cuenta indicadores de salud del ecosistema y de relación entre lo artificial y lo natural, dentro de cual se consideran los riesgos asociados a la relación entre asentamientos e infraestructura y las fuerzas naturales, que genera zonas de amenaza por exposición a fenómenos naturales o por el aumento del calentamiento climático y la degradación

## RIQUEZA DE LAS NACIONES: la Riqueza Natural y Ambiental como Factor Fundamental de la Productividad Total de los Factores y de la Vida del Planeta

ambiental y ecosistémica: El riesgo está dado por la vulnerabilidad y la amenaza (Diamond, 2006). Los indicadores que se reunieron son los siguientes:

- Índice Intensidad Económica/ densidad poblacional Esta dimensión es ambiental por cuanto la presión humana sobre el ecosistema y la aglomeración generan diferentes presiones, impactos y efectos dependiendo del ecosistema.
- Índice Buen Uso del Suelo, referido a los conflictos de uso del suelo por ganadería en suelos de vocación agrícola, o ciénagas principalmente, aunque también considera cultivos no apropiados en zonas agroecológicas clasificadas.
- Índice cobertura boscosa e hídrica: Se identificó para cada municipio a partir de los mapas de IDEAM. Se estableció el porcentaje del territorio municipal con cobertura vegetal y con cubierta de agua, identificando también si el ordenamiento territorial coincide con dicha cobertura. Es muy distinta la productividad esperada de un municipio “terrestre” con suelos aptos para la agricultura o ganadería que otro con un porcentaje alto de ciénagas y bosques naturales.
- Índice velocidad de la deforestación, se tomó la información de los años 2002 y 2007 y se comparó su cobertura vegetal para establecer la velocidad de pérdida o recuperación de dicha cobertura. Esta información arroja luces sobre la presión que sufre el bosque tropical por diversos motivos, entre ellos la ampliación de la frontera agropecuaria; en varios casos ha habido revegetalización natural, por lo cual se dejó el valor mayor a uno. La fuente de información es IDEAM.
- Índice Sustentabilidad por inundación, Avalancha o Deslizamiento, de la misma manera se procedió a estimar las áreas municipales bajo riesgo de inundación, deslizamiento o avalancha a partir de la información de IDEAM. En la medida en la cual coinciden tanto el área bajo amenaza de inundación con los asentamientos, se califica más severamente.
- Índice sustentabilidad sísmica/minera, la estimación del área bajo riesgo parte del mapa de riesgos geológicos del SGC, el cual presenta una zonificación amplia del país bajo alto, medio y bajo riesgo sísmico. La sustentabilidad sísmica se obtuvo de la estimación del área del territorio de cada municipalidad bajo títulos mineros. li

## RIQUEZA DE LAS NACIONES: la Riqueza Natural y Ambiental como Factor Fundamental de la Productividad Total de los Factores y de la Vida del Planeta

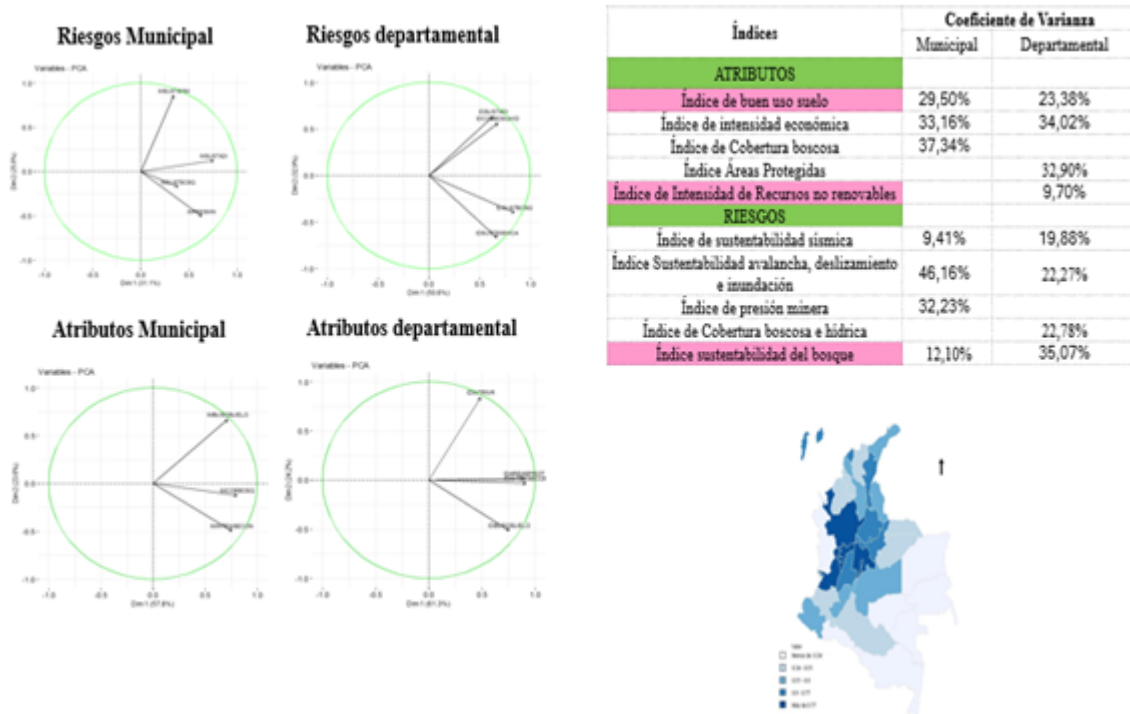


Figura 10. Contribución de cada factor al Índice de Riqueza Natural-Ambiental.

Las variables que se usaron se explican en detalle en la investigación “LINEAMIENTOS Y MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DIFERENCIADAS REGIONALMENTE PARA EL DESARROLLO TERRITORIAL SUSTENTABLE DE COLOMBIA”<sup>[6]</sup>

En síntesis, podríamos afirmar que:

- La Naturaleza es un actor fundamental en el siglo 21, a diferencia del siglo 20 y anteriores, pues ya llegamos a limites totalmente definidos de la capacidad planetaria.
- La PTF, tal como la conocemos hoy, es de una gran IMPRECISIÓN; el Residual de Solow, A, incorpora demasiados aspectos de todo tipo desde económicos, culturales, ambientales, que son diferentes a la explicación como efectos del capital y trabajo; Son todo y Nada, porque la Ecuación de Ingreso de una Nación sólo considera K, Capital y L, Trabajo, con elasticidades

## RIQUEZA DE LAS NACIONES: la Riqueza Natural y Ambiental como Factor Fundamental de la Productividad Total de los Factores y de la Vida del Planeta

relativas, ignorando totalmente la importancia de la naturaleza como factor fundamental en la dinámica productiva y de vida en el planeta tierra.

- La Naturaleza es la mayor fábrica en el planeta. Nunca se detiene en la tarea de mezclar energía solar con CO<sub>2</sub> y producir biomasa, Clima, bienestar, agua, etc.; por lo cual provee todas las condiciones que permiten que se pueda producir en la sociedad. La naturaleza no es entonces un depósito pasivo que suministra los materiales para ser transformados por el trabajo y el capital o sirve de depósito de los residuos sólidos, gaseosos o líquidos, sino por el contrario es una fábrica permanente que transforma CO<sub>2</sub> en biomasa tanto en el mar como en la tierra al usar la energía solar en la fotosíntesis, que es un proceso sofisticado producto de la evolución. Por tanto, estamos ante dinámicas de transformación que, según Costanza y su equipo proveen el doble del PIB humanamente, artificialmente producido.
- La Crisis Climática y de la Naturaleza ya se manifiesta en numerosas pérdidas; Las aseguradoras tienen claro eso. El aumento de las inundaciones, de las sequías, de los deslizamientos, de los incendios, no son “desastres naturales”, sino por el contrario revelan crecientemente el daño o la afectación humana en su dinámica natural; no debemos olvidar que el riesgo es la resultante entre amenaza y vulnerabilidad y que, además, la sociedad en tanto es más inequitativa, más vulnera a los más pobres, pues los relega o lanza hacia los sitios o localizaciones de mayor amenaza. Las estadísticas son elocuentes en cuanto se están presentando con más frecuencia eventos muy dañinos, con la complicación de una creciente sinergia, tal como lo revela el frente frío que sufrimos hace menos de dos meses, proveniente de las regiones
- La pérdida de la Biodiversidad afecta muchísimo la producción agropecuaria (polinizadores, control biológico, etc.); una preocupación creciente es la pérdida de las abejas, que son las “reinas” de la polinización. Su pérdida total sería un gran desastre para la humanidad.
- La contaminación ambiental (p.e. metales pesados en el agua) genera también graves daños. Se estima que en los últimos 50 años, la humanidad ha creado alrededor de 150 mil nuevas sustancias y productos, sobre los cuales sólo se ha hecho seguimiento parcial de alrededor de un 20%, por lo cual tenemos enormes incertidumbres al respecto; una muestra es el caso de los microplásticos, que se están encontrando en una enorme cantidad de personas y organismos vivos.
- La economía clásica consideraba también el Suelo, la Tierra como factor económico aunque

## RIQUEZA DE LAS NACIONES: la Riqueza Natural y Ambiental como Factor Fundamental de la Productividad Total de los Factores y de la Vida del Planeta

con visión limitada, pues la identificaba como una fuente de nutrientes y de soporte para la producción agrícola, sin considerar sus dinámicas de formación y pérdida de dichos nutrientes y sobre todo el papel de los microorganismos, hongos y bacterias principalmente, en la formación de dichos suelos especialmente en el trópico; la naturaleza es un concepto mucho más amplio, que además de la biodiversidad y los ecosistemas incorpora las dinámicas biogeoquímicas del clima a nivel planetario.

- La economía neoclásica desapareció el término, aun en su expresión más elemental, cometiendo un error conceptual muy profundo, pues invisibilizó el actor que genera permanentemente las condiciones de la vida en el planeta e incluso la fuente de millones de insumos para la producción; La Naturaleza no solo provee bienes como frutos o minerales; también “servicios y bienes intermedios” como la calidad ambiental del agua, del aire, de los suelos. Es entonces obvio que si se afecta negativamente la naturaleza, se tendrá menor Productividad de los Factores.
- La ecuación PTF actual fue diseñada para un planeta en el cual la población y su consumo todavía no alcanzaban a afectar los “límites planetarios”; pero ya llegamos, por nuestra forma de producir y consumir a un tamaño y características que vulneran ampliamente la capacidad de los ecosistemas planetarios de soportarla.
- En el siglo 21 un gran limitante o potenciador de la productividad será la Naturaleza tanto por la variación del clima, como por la pérdida de biodiversidad y la contaminación y degradación ambiental o por su recuperación y mantenimiento; El clima es la manifestación más crítica al respecto; la policrisis está relacionada profundamente con la naturaleza, pues incluso la hiperconcentración de la riqueza en cada vez menos, como ha dicho el senador Sanders de USA; acerca de la oligarquía, genera efectos perversos sobre la naturaleza también, al forzar al resto de la humanidad a explotar y diezmar aún más la naturaleza.
- En el caso colombiano y de otros países localizados entre los trópicos de Cancer y Capricornio, la biodiversidad es un reto mayor; no hemos invertido suficiente en su conocimiento tanto para su aprovechamiento responsable como para su protección y mantenimiento; nuestros países no han entendido la importancia del conocimiento precisamente ahora en el siglo 21, en el cual estamos “al borde” de la capacidad de los ecosistemas.
- Debemos insistir en estrategias como el diseño basado en la naturaleza, en el cambio de

## RIQUEZA DE LAS NACIONES: la Riqueza Natural y Ambiental como Factor Fundamental de la Productividad Total de los Factores y de la Vida del Planeta

modelo de progreso y sobre todo en el cambio cultural, hacia una concepción de la vida empática, generosa, solidaria y participativa, en la cual de manera muy clara tomemos la posición de que somos parte de la naturaleza, no enemigos de ella.

---

[1] “The Value of the World’s Ecosystem Services and Natural Capital”, Nature, mayo 15, 1997; Costanza, R. et. al.

[2] “Changes in the global value of ecosystem services”. Robert Costanza, Rudolf de Groot, Paul Sutton, Sander van der Ploeg, Sharolyn J. Anderson, Ida Kubiszewski, Stephen Farber, R. Kerry Turner Global Environmental Change 26 (2014) 152-158

[3] LO “crematístico” se refiere a lo monetario. A la mercancía que se tranza en el mercado.

[4] <https://gemini.google.com/share/b6151abbb45d>. consulta por el asesor Martín Guillermo Fonseca Torres, de 10 años de edad.

[5] Do ecological protection approaches affect total factor productivity change of cropland production in Sweden? Subrata Koiry, Wei Huang. Ecological Economics 209 (2023) 107829

[6] Investigación de Doctorado Carlos Hildebrando Fonseca Zárate, 2019, Repositorio UPTC-IGAC.

Carlos Fonseca Zárate

Foto tomada de: Fundación Aquae