

# Biosfera y tecnosfera

## Ante una emergencia planetaria, ¿sigue siendo posible una profunda transformación ecológica, una 'megamorfosis' de la sociedad moderna?

Por Herbert Girardet\*

The Ecologist

28 de noviembre de 2022

“El hombre moderno no se experimenta a sí mismo como parte de la Naturaleza sino como una fuerza exterior destinada a dominarla y conquistarla. Incluso habla de una batalla con la Naturaleza, olvidando que, si ganaba la batalla, se encontraría en el bando perdedor”. E.F. Schumacher, *Lo pequeño es hermoso*.

Necesitamos soluciones audaces para un problema existencial: los humanos se han convertido en una fuerza planetaria inmensamente poderosa, y después de milenios de modestas formas de vida centradas en la naturaleza, la humanidad se ha transformado en un gigante urbano-industrial que busca liberarse del abrazo de la naturaleza. Pero nuestras despiadadas intervenciones en los ecosistemas del mundo están amenazando nuestra propia existencia futura. ¿Todavía podemos cambiar de rumbo?

El creciente movimiento ambiental mundial está haciendo todo lo posible para tratar de detener el daño a los bosques, los suelos y los océanos y, sin embargo, la destrucción continúa. ¿Por qué es esto?

Este ensayo propone que nos encontramos ante un profundo problema de percepción. Nuestro sistema educativo aún tiene que transmitir una comprensión clara de las propiedades especiales de la vida: apenas estamos abordando el choque sistémico entre los humanos modernos y la naturaleza, entre la tecnosfera y la biosfera: los problemas ecológicos profundamente arraigados que enfrentamos deben abordarse energicamente en el contenido de nuestros sistemas de educación y comunicación.

Necesitamos asegurarnos de que los jóvenes, cuyo futuro está en juego, estén equipados con los conocimientos para abordar estos temas vitales. Gran parte de nuestro sistema educativo se centra en proporcionar a los estudiantes perspectivas estrechas, lo que supuestamente les permite participar en un futuro próspero para ellos mismos. Más que nunca antes, necesitan perspectivas claras sobre cómo podemos vivir al unísono con la vida en la Tierra. Ante una emergencia planetaria, ¿sigue siendo posible una profunda transformación ecológica, una 'megamorfosis' de la sociedad moderna? ¿Qué puede aportar la educación?

### La biosfera

Toda la vida, incluida la vida humana, depende en última instancia del bienestar de nuestro planeta anfitrión como un vasto sistema sinérgico interconectado. El gran naturalista Alexander von Humboldt, basándose en sus extensos viajes e inspirado por la Naturphilosophie del filósofo alemán Friedrich Wilhelm Joseph Schelling, llamó a la Tierra una “maravillosa red de vida orgánica”. En su serie de libros *Kosmos*, un éxito de ventas internacional, fue un pionero de una cosmovisión ecológica: “La naturaleza es un todo vivo, no un agregado muerto”, escribió en 1845.

Fue el famoso geólogo austriaco Eduard Suess quien llamó biosfera al espacio de la Tierra que contiene vida, incluida la vida humana. En 1875 escribió: “La planta, cuyas profundas raíces se hunden en el suelo para alimentarse, y que al mismo tiempo se eleva en el aire para respirar, es una buena ilustración de la vida orgánica, interactuando entre la esfera superior y la litosfera. En la superficie de los continentes es posible distinguir una biosfera independiente”.

Este concepto fue revisado en 1926 por el bioquímico ruso ucraniano Vladimir Vernadsky cuando publicó su libro *La biosfera*, centrado en la interacción entre la biología planetaria, la química y la geología. Él dice: “La biosfera es la única región de la corteza terrestre donde se puede encontrar vida... Sin vida, la faz de la Tierra se volvería tan inmóvil e inerte como la cara de la luna”. El término 'biosfera' ahora es familiar como el lugar donde la fotosíntesis, impulsada por la energía del sol, reina de manera suprema.

La biosfera es un lugar profundamente dinámico, con una gran variedad de organismos vivos que interactúan entre sí. La mayoría de las culturas tradicionales y algunos pensadores modernos han reconocido la presencia de una fuerza vital en la naturaleza, pero gran parte de la ciencia contemporánea está refutando esta misma noción. En 1988, el biólogo evolutivo Ernst Mayr escribió: "El vitalismo se ha vuelto una creencia de tan mala reputación en los últimos cincuenta años que ningún biólogo vivo en la actualidad querría ser clasificado como vitalista".

Quizás la palabra 'vitalidad' podría ser un término menos polémico para describir las fuerzas dinámicas presentes en la Naturaleza. A diferencia de los seres no vivos, los organismos vivos tienen la capacidad de reproducirse y crecer. Están formados por células que se dividen y se desarrollan en distintos organismos, buscando materia orgánica como alimento. Interactúan y se comunican entre sí, y se adaptan al mundo que les rodea.

La vitalidad, por supuesto, también está estrechamente relacionada con la mortalidad, ya que todos los organismos vivos mueren tarde o temprano, pero la muerte también es crucialmente la base de un nuevo crecimiento y una nueva vida. La naturaleza, en su gran variedad y abundancia, es un sistema esencialmente circular, con la continuidad de la vida como una característica sistémica clave.

En 1979, James Lovelock, en su libro *Gaia: Una nueva mirada a la vida en la Tierra* (1979), tuvo su propia perspectiva sobre esta perspectiva, argumentando audazmente que "la vida (en sí misma) mantuvo la estabilidad del entorno natural, y que esta estabilidad permitió que la vida se desarrollara, continuara la existencia." Su trabajo estimuló el surgimiento de la ciencia de los sistemas de la Tierra, enfocada tanto en los ciclos entrelazados de la Naturaleza como en las interacciones humanas con ella, pero esta nueva forma multidisciplinaria de ver nuestro planeta natal apenas figura en nuestros planes de estudios educativos.

La teoría de Gaia ha dado lugar a una nueva 'conciencia de la Tierra', en un momento en que la relación entre los humanos y nuestro planeta de origen es cada vez más precaria. Lovelock estaba profundamente preocupado de que la humanidad, aunque formaba parte del sistema de Gaia, fuera una fuerza profundamente desestabilizadora frente a la vida en la Tierra, particularmente con respecto a nuestro uso imprudente de combustibles fósiles. Señaló las concentraciones de CO<sub>2</sub> en constante aumento en la atmósfera de la Tierra, aumentando de 290 ppm a 420 ppm durante su vida. Consideró que era de vital importancia que la conciencia de la Tierra se incrustara profundamente en la educación para ayudarnos a desarrollar una relación holística entre las personas y el planeta.

## **Cambios en la biomasa**

La conciencia de la Tierra es de importancia crítica en un momento en que los impactos humanos en la biosfera han alcanzado proporciones sin precedentes. Un estudio publicado recientemente por Ron Milo del Instituto Weizmann en Israel investiga los impactos de la humanidad moderna en la biosfera y los asombrosos cambios que han ocurrido. Encontró que las actividades humanas han reducido la biomasa de los mamíferos terrestres y marinos salvajes en más del 80 por ciento, y la biomasa de la materia vegetal en un 50 por ciento. En la actualidad, las aves de corral de granja representan el 70 % de todas las aves del planeta, y solo el 30 % de las aves son silvestres. Los animales de granja, en su mayoría vacas y cerdos, comprenden el 60 % de todos los mamíferos de la Tierra, el 36 % de los mamíferos son humanos y solo el 4 % son salvajes. Hoy, ocho mil millones de personas equipadas con una amplia gama de nuevas tecnologías extractivas superan el presupuesto anual de recursos renovables de la Tierra. "Espero que esto le dé a la gente una perspectiva sobre el papel muy dominante que la humanidad ahora juega en la Tierra", dijo Milo. *El Guardián*.(1)

Frente a una emergencia climática y de biodiversidad, nunca ha sido más importante para todos nosotros desarrollar una comprensión integral de la vasta red de la vida, utilizando la conciencia de la Tierra, o lo que Fritjof Capra llama 'eco-alfabetización', como nuestro marco de referencia. Capra enfatiza que debemos reenfocarnos de la biología y el estudio de organismos individuales al ámbito más amplio de la ecología y la complejidad de la interacción entre especies.

Esto también requiere que obtengamos una visión clara de la diferencia entre los sistemas vivos y la materia inanimada. Según el físico cuántico Erwin Schrödinger, "La vida parece ser un comportamiento ordenado y legal de la materia, no basado exclusivamente en su tendencia a pasar del orden al desorden, sino basado en parte en el orden existente que se mantiene... Debemos estar preparados

para encontrar un nuevo tipo de ley física que prevalece en ella... De todo lo que hemos aprendido sobre la estructura de la materia viva, debemos estar preparados para encontrarla funcionando de una manera que no puede reducirse a las leyes ordinarias de la física”.

Este punto de vista fue compartido por Ludwig von Bertalanffy, el inventor de la teoría general de sistemas. Propuso que las leyes clásicas de la termodinámica (2) podrían ser apropiadas para sistemas cerrados, pero no necesariamente para sistemas abiertos como los seres vivos: “Las formulaciones convencionales de la física son, en principio, inaplicables al organismo vivo siendo sistemas abiertos que tienen un estado estacionario. Bien podemos sospechar que muchas características de los sistemas vivos que son paradójicas en vista de las leyes de la física son consecuencia de este hecho”.

Los ecosistemas de la selva tropical demuestran estas propiedades de la vida más vívidamente. Sus copas, expuestas directamente a la luz del sol, son presagios de la abundancia terrenal. A medida que sus hojas, frutos y nueces caen al suelo, también enriquecen la vida en el suelo del bosque, la vegetación baja y los hongos e invertebrados.

Es importante destacar que todas las múltiples capas de hojas de un bosque se suman a un área de superficie muchas veces mayor que la superficie del suelo sobre la que se encuentra el bosque, un hecho que apenas se informa. Con la deforestación, la superficie bioactiva de un paisaje se reduce considerablemente y la fotosíntesis, y por lo tanto la producción de oxígeno, se ve invariablemente comprometida. De manera similar, en los océanos, la pérdida de praderas de pastos marinos, algas marinas y bosques de manglares compromete la salud de la biosfera.

Los sistemas reproductivos de la naturaleza son extremadamente buenos para reprocesar los materiales de los que están hechos, y esta capacidad les ha permitido persistir en la Tierra durante miles de millones de años. Dado que todos sus productos de desecho se convierten en fuentes de nuevo crecimiento, cada salida de un organismo es también una entrada que renueva el entorno vital, asegurando la continuidad de la vida.

Los procesos de reproducción circulares alimentados por energía solar que se encuentran en la naturaleza son sistemáticamente diferentes de los procesos de producción industrial lineal, en su mayoría alimentados por combustibles fósiles, que caracterizan a los sistemas técnicos. ¿Podemos reorganizar nuestros sistemas técnicos para tratar de imitar los sistemas vivos de la Naturaleza?

## **La tecnosfera**

Durante la mayor parte de nuestra existencia vivimos como cazadores-recolectores y agricultores de subsistencia, en pequeño número. Si bien estábamos utilizando una gama muy limitada de herramientas manuales y de caza, nuestro impacto en la biosfera fue muy limitado. La economía humana alimentada por energía solar era esencialmente circular, y los desechos orgánicos eran clave para asegurar futuras cosechas.

Por el contrario, la tecnosfera, un producto de la Revolución Industrial, está alimentada principalmente por fuentes de energía fósil, o sol antiguo almacenado, con el "progreso" habilitado por avances incesantes en tecnología y sistemas de producción innovadores.

El término 'tecnosfera' fue acuñado por primera vez en 1968 por el ingeniero de control con sede en Vancouver John Milsum. Comprende todas las estructuras y procesos que los humanos modernos han impuesto en el planeta, como la producción industrial, la tecnología de la construcción, los sistemas de transporte y comunicación, la agricultura mecanizada, las ciudades y las megalópolis.

La tecnosfera, por supuesto, ha permitido una vida de abundancia para una minoría de la población mundial, mientras que la mayoría todavía espera beneficiarse. Pero hay otro problema profundamente sistémico: hoy en día, la economía humana enormemente expandida es esencialmente lineal: los materiales se extraen y se convierten en productos de consumo, y los desechos se descargan en la Naturaleza como contaminantes. En nuestros sistemas de contabilidad, estas externalidades ambientales en gran parte no se tienen en cuenta, con consecuencias nefastas para la vida futura.

La tecnosfera puede ser una rama de la biosfera, pero por el contrario es inanimada y profundamente sin vida. Como sistema lineal, opera de acuerdo con su propia dinámica impulsada por la entropía. Sus

productos no crecen en algún proceso orgánico, sino que se ensamblan en cintas transportadoras. No tiene sentido de 'futuro'. Fundamentalmente, nuestras economías industriales están sujetas a la segunda ley de la termodinámica: su uso de energía fósil, su característica clave, es un proceso irreversible, con materiales degradados y energía utilizable irremediablemente convertida en desechos dispersos e inutilizables. A menudo se evita el reciclaje debido a los costos que tanto los productores como los consumidores no están dispuestos a pagar.

## **Antropomasa**

Otro estudio del Instituto de Ciencias Weizmann, realizado por Emily Elhacham y otros., publicado en Nature en diciembre de 2020, revela lo siguiente:

"Lo que producimos, llamado masa antropogénica o 'antropomasa', sumó unos 35 mil millones de toneladas en 1900, duplicándose en 1950. Volvió a aumentar, a alrededor de medio billón de toneladas, en 2000. En 2020 se había duplicado nuevamente, para ser equivalente a la masa de todos los seres vivos.

En 1900, la antropomasa equivalía a alrededor del tres por ciento de la biomasa total. Para el año 2000, este número había crecido al 100 por ciento, y la cantidad de humanos se cuadruplicó en este período de tiempo. Hoy, por cada persona viva, se produce cada semana una cantidad de antropomasa superior a su peso corporal.

Según las tendencias actuales, los productos de la tecnosfera superarán al mundo viviente hasta tres veces para 2040. El número de nuevas 'tecnoespecies' que salen de nuestras fábricas y laboratorios ahora supera con creces los nueve millones de especies vivas estimadas en la Tierra. El hormigón y los áridos representan las cuatro quintas partes del total, seguidos del ladrillo, el asfalto y los metales, sin contar la roca utilizada en la edificación o la generada en la minería. En total usamos y desechamos unos 30 billones de toneladas (3) de los recursos de la Tierra cada año. Si bien los plásticos son un ingrediente menor, su masa es mayor ahora que la de todos los animales en la Tierra.

Desde la década de 1950, la Tierra ha estado en una nueva trayectoria impulsada por el hombre, dejando atrás las condiciones estables de la época del Holoceno y entrando en el incierto nuevo mundo del Antropoceno".

La urbanización, ahora en una escala sin precedentes, es uno de los principales contribuyentes al choque sistémico entre la biosfera y la tecnosfera. A medida que las ciudades se expanden geográficamente, invaden los reinos de la biosfera, usurpando paisajes vivos cada vez más grandes y pavimentándolos con asfalto y cemento. Esto ha despojado a vastas áreas de tierra de la capacidad de fotosíntesis.

Mucho más de la mitad de la población mundial vive ahora en ciudades y megaciudades, en su mayoría ubicadas en las costas y valles fluviales del mundo, en lo que antes eran bosques y tierras de cultivo. Nuestros estilos de vida urbanos se basan cada vez más en los recursos traídos desde largas distancias (agua, alimentos, energía, metales y agregados), las huellas ecológicas globales de las ciudades, que a menudo se extienden a cientos de veces su superficie construida real. El orden, impuesto en los paisajes en patrones geométricos de asentamiento urbano, causa desorden en otras partes de la Naturaleza a medida que los productos se importan, utilizan y descartan.

Las ciudades también son motores de calor gigantes, pero ahí está el problema: la energía de combustibles fósiles que utilizan para sus muchas funciones vitales solo se puede usar una vez, ya que los combustibles se queman en calor de bajo grado y gases residuales. Y a medida que las fábricas urbanas transforman los materiales en productos, la calidad inevitablemente comienza a deteriorarse. Por lo tanto, las ciudades modernas de alta energía tenderán a contribuir al desorden, el desperdicio y la contaminación.

Por lo tanto, las ciudades modernas y sus economías impulsadas por la tecnología podrían describirse como 'aceleradores de entropía', que degradan continuamente los recursos que requieren en el proceso de utilizarlos. Una pregunta clave que necesita una respuesta urgente: ¿cómo podemos reemplazar rápidamente los sistemas de producción y energía urbana de alta entropía con sistemas de (re)producción y energía renovable de baja entropía?

Las ciudades son lugares donde reina la creatividad humana y ahora la tarea es utilizar la ecoalfabetización como herramienta para el cambio. Para asegurar nuestra viabilidad futura, nuestros sistemas educativos deben abordar la brecha entre la linealidad predominante de los sistemas técnicos y los sistemas ecológicos circulares de la Naturaleza.

## ¿Sistemas técnicos circulares?

Intentar alinear la tecnosfera y la biosfera, entonces, es un desafío histórico en esta era del Antropoceno. Para hacer un balance de lo que podría significar para la educación, podría ser útil resumir la profunda diferencia sistémica entre la biosfera y la tecnosfera:

- La biosfera, impulsada por la energía solar y la fotosíntesis, es un sistema esencialmente circular, que tiene que ver con la reproducción: crecimiento orgánico, regeneración, interdependencia de especies y comunicación. Todos los desechos se reciclan en un nuevo crecimiento, asegurando la continuidad de la vida.
- La tecnosfera, alimentada en gran medida por la combustión de combustibles fósiles, es un sistema esencialmente lineal. Se define por la producción: extracción de recursos, ensamblaje mecánico, manipulación química y eliminación lineal de desechos, con la contaminación socavando sistemáticamente la continuidad de la vida.

EF Schumacher lo expresó sucintamente: “El sistema de la Naturaleza, del cual el hombre es parte, tiende a autoequilibrarse, autoajustarse, autolimpiarse. No es así con la tecnología”.

Necesitamos enfrentar el hecho de que la tecnosfera, en su forma actual, choca con los principios funcionales de la biosfera, un sistema orgánico, ecológicamente definido. La segunda ley de la termodinámica nos dice que los procesos que operan en la tecnosfera están definidos por la entropía: erosión de la calidad. En cambio, en la biosfera prevalece la negentropía, u orden sostenido.

En cuanto a la energía, el cambio drástico es inevitable: cada año quemamos al menos un millón de años de depósitos de combustibles fósiles, acumulados en la corteza terrestre durante unos 300 millones de años. En este mundo desafiado por el clima, ¿cómo es posible que esto siga siendo la base energética de la civilización humana?

Quemar las reservas de combustibles fósiles que quedan en el mundo liberaría 3,5 billones de toneladas de emisiones de gases de efecto invernadero, siete veces el presupuesto de carbono restante para limitar el calentamiento global a 1,5 grados centígrados, según el primer inventario público de hidrocarburos, publicado en septiembre de 2022. La producción anual de la ONU La evaluación de la brecha en 2021 encontró que los gobiernos planean quemar más del doble de combustibles fósiles para 2030 que sería consistente con un mundo con 1,5 grados Celsius.

Parece demasiado evidente que los sistemas técnicos modernos que funcionan con combustibles fósiles se enfrentan a la redundancia. Cambiar rápidamente al uso eficiente de la energía renovable es el próximo paso lógico e inevitable, a pesar de la resistencia de los intereses arraigados. Pero como los costos de la energía renovable se han reducido drásticamente en los últimos años, esto se vuelve cada vez más plausible.

Para tener alguna viabilidad a largo plazo, nuestra civilización necesita aprender a vivir dentro de la capacidad de los sistemas naturales para renovarse. La producción de alimentos solo puede ser viable a largo plazo como un sistema circular. En todo el mundo, ahora hay muchos sistemas de permacultura, agrosilvicultura y agricultura biodinámica que practican estos métodos, y transmitir este conocimiento a los estudiantes debería ser una parte importante de los planes de estudios escolares.

Mover las prácticas de producción y consumo hacia la circularidad es de vital importancia, pero el cambio de sistemas en esa dirección es un hueso duro de roer, ya que la tecnosfera no tiene la capacidad inherente de renovarse continuamente de la misma manera que la biosfera.

Ahí es donde debe entrar en juego la inventiva humana. Mucho se habla ahora sobre la creación de economías circulares 'de la cuna a la cuna'. Este concepto va más allá del mantra de la gestión de

residuos de rechazar, reducir, reciclar y remanufacturar, que ha estado durante mucho tiempo en la agenda verde. Necesitamos tener claro que gran parte del reciclaje, tal como se practica actualmente, es en realidad un ciclo descendente.

El rediseño del 'metabolismo técnico' es una tarea vital. Los sistemas circulares para materiales técnicos, en particular plásticos y telas para ropa, son cruciales para la viabilidad futura. La mayoría de nosotros somos muy conscientes ahora de la escala horrenda de la contaminación por plásticos en ríos, lagos y océanos, y sus impactos en la naturaleza. El principal desafío es reinventar sistemas de producción industrial que imiten el metabolismo de la naturaleza.

Aquí es donde el trabajo de los pioneros diseñadores eco-industriales Michael Braungart y Bill McDonough es particularmente importante: "Hay tres principios básicos del Diseño de Cuna a Cuna: los desechos equivalen a alimentos, utilizar los ingresos solares actuales, respetar la diversidad. Estos principios permiten que el Diseño de Cuna a Cuna conciba sistemas industriales que emulan la abundancia saludable de la Naturaleza".

Ahora hay mucha literatura disponible para que los estudiantes de todos los niveles exploren estas opciones y estudien ejemplos de prácticas de la vida real.

La noosfera e internet

Volviendo a Vladimir Vernadsky y su libro La Biosfera: junto con el teólogo y filósofo francés Teilhard de Chardin, Vernadsky fue pionero, en 1922, en el concepto de la noosfera, descrita como la "esfera planetaria de la razón". En resumen: "La noosfera representa la etapa más alta del desarrollo biosférico, siendo su factor definitorio el desarrollo de las actividades racionales de la humanidad".

En griego antiguo, noos es una palabra para 'mente' o 'razón'. La idea de una noosfera que disperse el conocimiento apenas se conoce 100 años después de que se publicitó por primera vez. Pero se podría decir que el rápido crecimiento reciente del ciberespacio, el reino de Internet, se parece o incluso representa a esta noosfera, que difunde la conciencia de la Tierra/la ecoalfabetización. En el mejor de los casos, Internet y las comunicaciones globales pueden ser herramientas educativas clave para superar el evidente desajuste entre la biosfera y la tecnosfera.

Sin duda, es cierto que Internet permite un acceso sin precedentes a la información, al conocimiento e incluso a fuentes de sabiduría. Hasta aquí todo bien. Pero también está siendo usurpado cada vez más por intereses comerciales como una herramienta de una nueva 'economía de vigilancia' global. Frente a esto, se deben hacer todos los esfuerzos posibles para construir distintas secciones de Internet como herramientas vitales para difundir el conocimiento sobre el funcionamiento de nuestro planeta natal.

En un momento de emergencia planetaria, la educación no puede estar enfocada solo en los jóvenes. Con poco tiempo para evitar el sobrecalentamiento de la Tierra y la pérdida desastrosa de la biodiversidad, se necesitan decisiones rápidas para superar los conflictos sistémicos entre la biosfera y la tecnosfera. Todos nosotros, incluidos los tomadores de decisiones de todo tipo, tenemos que realizar cursos intensivos en ciencias de los sistemas terrestres.

Los conceptos y prácticas para permitir la regeneración de la economía orgánica viva de la Tierra deben estar en el corazón de la educación, enfocada exclusivamente en el bienestar a largo plazo de las personas y el planeta. La necesidad de revitalizar los órganos vitales de nuestro planeta natal debe estar estrechamente relacionada con la exploración de formas y medios para llevar una vida menos exigente y más sencilla.

El crecimiento de la revolución ecotécnica y el nuevo acuerdo verde ahora en marcha podrían ser un paso importante en la dirección correcta, pero, en la carrera por incorporar las energías renovables y el transporte eléctrico, ¿podemos evitar la dependencia sistémica de metales como el litio, así como el cobalto, el coltán y el cobre, que en su mayoría son extraídos por mano de obra esclava en lugares antes cubiertos por ecosistemas forestales?

**La naturaleza como maestra**

A medida que nos enfrentamos a una emergencia sin precedentes en el planeta Tierra, la naturaleza, como un sistema vivo vasto, multifacético e interactivo, debe ser nuestro venerado maestro: se trata de dar y recibir, en una danza exuberante de la vida, impulsada por la luz del sol y mojada por lluvia. Hasta que aprendamos a adoptar las formas 'circulares' de la Naturaleza, siempre devolviendo lo que hemos tomado prestado, agotaremos sus recursos hasta el punto en que la vida humana misma esté en entredicho.

Nuestro sistema educativo necesita transmitir formas y medios plausibles para restaurar la economía viva y orgánica de la Tierra. Siempre que sea posible, esto no debería ser un aprendizaje basado en libros, sino un aprendizaje práctico basado en la experiencia, en jardines y huertos cerca de las casas de las personas y en paisajes abiertos. Hay muchos estudios que demuestran que pasar tiempo en la naturaleza es bueno para nuestro bienestar.

De vuelta en el aula y en casa, una gran cantidad de documentales sobre las maravillas de la vida en la Tierra están ahí para que los veamos y disfrutemos. Las animaciones son particularmente adecuadas para representar las complejas interconexiones de los sistemas y ciclos de la Tierra.

Más allá de esto, tenemos otras nuevas e increíbles herramientas disponibles para obtener nuevas perspectivas globales. Usando tecnología satelital (también un producto de la tecnosfera), podemos ver la Tierra desde el espacio, en toda su asombrosa variedad, y escudriñar los cambios que están ocurriendo en los paisajes terrestres y marinos de nuestro planeta natal. Y ahora podemos ver el mundo por nosotros mismos como nunca antes: por la noche, gran parte de la Tierra ahora está iluminada por miles de millones de luces de hogares, edificios públicos y vehículos. Las luces de las ciudades y las llamaradas de los campos de petróleo y gas están convirtiendo la noche en un día artificial. Estas imágenes ilustran vívidamente la presencia humana sin precedentes en la Tierra.

Luego, durante el día, podemos ver líneas rectas y ángulos rectos que se extienden a lo largo de vastos paisajes. Las ciudades con sus bloques de construcción angulares y las carreteras de varios carriles son muy evidentes en muchos lugares, en su mayoría ubicados en las zonas costeras ya lo largo de los ríos.

En otras áreas, vemos vastos campos utilizados para la agricultura mecanizada a gran escala, que a menudo se extienden sobre antiguos paisajes boscosos. En algunos lugares hay corrales de engorde con decenas de miles de cabezas de ganado hacinadas detrás de vallas impenetrables. En otros lugares, un gran número de círculos verdes están densamente agrupados: los patrones de cultivos de regadío impuestos sobre paisajes que de otro modo serían áridos. Estas son las huellas ecológicas de un mundo en urbanización.

Las ciudades en una parte del planeta están unidas umbilicalmente a tierras de cultivo, bosques y minas distantes para saciar su insaciable apetito por los recursos. Transmitir una comprensión de estas 'teleconexiones' globales es una tarea importante para la educación en todos los niveles, la educación primaria y la matrícula universitaria, así como la educación superior y el aprendizaje permanente.

La extensión total de la superficie de la Tierra figura en los atlas como 51 000 millones de hectáreas, de las cuales el 71 % son océanos y el 29 % superficies terrestres. La agricultura utiliza la mitad de esa tierra, y los bosques ahora cubren el 30 por ciento. Hay aproximadamente tres billones de árboles en el mundo. Cada año se talan más de 15 000 millones, y el número mundial de árboles se ha reducido casi a la mitad desde el comienzo de la civilización humana.

Pero estas cifras no transmiten la imagen completa. Es importante destacar que no tienen en cuenta el hecho de que las superficies vivas tridimensionales del planeta (las copas de los árboles y la vegetación de matorral) se extienden a un área mucho más grande que su área de superficie registrada.

Caminando en una selva tropical y mirando su dosel de múltiples capas, es obvio que la superficie de sus hojas es muchas veces más grande que la superficie del suelo del bosque. Aún no se dispone de estimaciones precisas.

La teoría de Gaia establece que la composición de la atmósfera terrestre se mantiene en un estado dinámicamente estable por la presencia de vida, asegurando su continuidad. La deforestación a gran escala, como ha estado ocurriendo en los trópicos, en América del Sur, África y Asia, interfiere ominosamente con esta capacidad.

Con la rápida pérdida de la cubierta forestal tropical y la vegetación marina en muchos lugares, las superficies bioactivas de la Tierra se reducen continuamente. Esto es particularmente preocupante en un momento en que el secuestro biológico de carbono es más importante que nunca, con solo la mitad de nuestras emisiones de CO<sub>2</sub> actualmente absorbidas por la fotosíntesis. Lo más alarmante es que las selvas tropicales, órganos vitales del planeta Tierra, están en camino de convertirse en emisores netos de CO<sub>2</sub>.

Apenas se ha estimado el grado en que la deforestación ha causado la pérdida de vastas capas de vegetación viva. Las demandas cada vez mayores de la tecnosfera, tal como opera actualmente, socavan la capacidad misma de la biosfera para absorber nuestras descargas, al mismo tiempo que interfieren con los ciclos de agua, nutrientes y carbono de la Tierra.

Cada vez es más evidente que gran parte del crecimiento económico en todo el mundo, basado en el agotamiento de la integridad de la biosfera, se ha convertido en un crecimiento antieconómico: la deforestación, el agotamiento de los recursos, la contaminación y el cambio climático dañan inevitablemente la relación entre las personas y el planeta. La teoría y las prácticas económicas prevalecientes claramente le están fallando a gran parte de la humanidad. Es vital que nuestro sistema educativo transmita esta realidad y plantee alternativas.

Está muy claro que los principios sistémicos que sustentan la Revolución Industrial, que dio origen a la tecnosfera, ahora son redundantes: debemos abordar el hecho de que nuestro sistema económico empoderado industrialmente antepone la economía a la ecología, ignorando en gran medida las externalidades ambientales críticas.

La educación en todos los niveles (escuelas, universidades y educación superior) debe centrarse en estos desafíos existenciales y garantizar que la biosfera y la tecnosfera estén alineadas, tanto en la teoría como en la práctica. En todo el mundo podemos construir una nueva economía verde vibrante, con nuevos medios de vida para miles de millones de personas. Sigamos con eso.

\* Herbert Girardet es cofundador del World Future Council y miembro del Club de Roma. Su libro más reciente es *Creando Ciudades Regenerativas* (Routledge). El profesor Girardet también es fideicomisario de Resurgence Trust, propietario y editor de *The Ecologist*. Puede descargar un PDF gratuito de este ensayo ahora (en inglés) [https://theecologist.org/sites/default/files/2022-11/Technosphere\\_0.pdf](https://theecologist.org/sites/default/files/2022-11/Technosphere_0.pdf)

notas:

- 1) <https://amp.theguardian.com/environment/2018/may/21/human-race-just-001-of-all-life-but-has-destroyed-over-80-of-wild-mammals-study>
- 2) [https://es.wikipedia.org/wiki/Principios\\_de\\_la\\_termodin%C3%A1mica](https://es.wikipedia.org/wiki/Principios_de_la_termodin%C3%A1mica)
- 3) <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2053019616677743>

Artículo traducido del inglés automáticamente por Google Translate

fuelle: <https://theecologist.org/2022/nov/28/biosphere-and-technosphere>