

La necesidad de conocer e integrar todos los aspectos de la relación humano-naturaleza: caracterización de los tipos de relación

Roger Carvajal Saravia¹
Instituto SELADIS, UMSA
Correo electrónico: rogereducar@gmail.com

Resumen

El artículo, que es la primera parte de otro que se está elaborando sobre el tema, plantea que la relación entre los seres humanos y la naturaleza ha sufrido deterioros graves debido a la afectación del medio ambiente y la falta de acciones efectivas, de parte de los gobiernos y sus pueblos, para revertir esta situación. Se destaca la necesidad de adoptar un enfoque integral y sistémico que examine todos los aspectos de esta relación. Se describen dos tipos de relaciones: aquellas en las que el ser humano establece una separación entre sí mismo y la naturaleza, y aquellas que reconocen al ser humano como parte de la naturaleza y sus relaciones ecosistémicas. Se enfatiza la importancia de descubrir los vínculos entre estos tipos de relaciones para construir un marco transdisciplinario y examinar los puntos críticos de la relación humano-naturaleza.

Palabras clave: Relación humano-naturaleza, ecosistema, integridad, visión trans-disciplinaria.

1 Roger Carvajal es investigador emérito del instituto de Servicios de Laboratorio de Diagnóstico e Investigación en Salud, de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas de la Universidad Mayor de San Andrés. Tiene un doctorado en Ciencias Biomédicas en la Universidad Nacional Autónoma de México de la cual fue Investigador de Carrera en el Departamento de Biología Experimental. Ha sido el autor y primer director del Instituto SELADIS, del Instituto de Investigaciones Fármaco-Bioquímicas, del DIPGIS de la UMSA. Fue director del INLASA y del Inst. de Biología de la Altura. Fue Viceministro de Ciencia y Tecnología del Ministerio de Planificación del Desarrollo. Actualmente es Coordinador General de Comité Operativo de Emergencia de la UMSA.

The need to know and integrate all aspects of the human-nature relationship: characterization of this relationship types

Abstract

The article, which is the first part of another one being developed on the topic, argues that the relationship between human beings and nature has suffered serious deterioration due to environmental degradation and the lack of effective actions by governments and their peoples to reverse this situation. The need to adopt a comprehensive and systemic approach that examines all aspects of this relationship is emphasized. Two types of relationships are described: those in which human beings establish a separation between themselves and nature, and those that recognize humans as part of nature and their ecosystemic relationships. The importance of uncovering the connections between these types of relationships to construct a transdisciplinary framework and examine the critical points of the human-nature relationship is emphasized.

Keywords: Human-nature relationship, ecosystem, integrality, trans-disciplinary vision.

Fecha de recepción: 7 de noviembre de 2022

Fecha de aceptación: 12 de marzo de 2023

Introducción

Los graves problemas generados por la humanidad en su paso por el planeta tierra corren el riesgo de desbordarse y llevarnos a un desastre de proporciones aún desconocidas. Es impresionante que, no obstante, la insistencia de los llamados que hace la ciencia a detener la marcha a la destrucción, los tomadores de decisiones no actúan desde los niveles de gobierno ni gran parte de los miembros de la especie humana muestran cambios de actitud determinantes y firmes en lo referente a la protección del medio ambiente. Todo parece indicar que el confort que ocasiona el consumo del conjunto de satisfactores modernos o la necesidad de acceder a ellos por gran parte de la población (la menos beneficiada en el llamado progreso humano), impide ver el futuro; y, el amor por sus hijos –que debiera traducirse en dejarles un

mundo vivible– se expresa en brindarles la comodidad del hoy, promovida por el franco espíritu hedonista inducido por el consumismo propio de la era actual. Por su parte, la inacción de los gobiernos para la preservación de la naturaleza –y en otros casos la evidente protección y promoción de acciones de afectación–, independientemente de su sustrato ideológico, parece responder a su escasa valoración sobre la naturaleza y los daños ocurridos, mismos que, ante las perspectivas económicas, sólo son externalidades que no entran en las cuentas totales de los diferentes procesos productivos o políticos a su cargo. A la hora de hacer los cálculos del riesgo/beneficio se impone la inmediatez de lo observable: las ganancias y réditos políticos aparecen antes que los daños.

La necesidad de conocimiento integral

Si las grandes campañas por el medio ambiente lideradas por activistas, científicos y algunos políticos, no tienen un impacto real y efectivo en los acontecimientos, será importante indagar las causas de esta conducta y diseñar una nueva estrategia que pueda incidir tanto en los tomadores de decisiones como en la población en general. Es posible que la inacción provenga de la ausencia de un conocimiento real de lo que ocurre en la relación de los humanos con el resto de la naturaleza, incluyendo la naturaleza humana. Los políticos, los profesionales de las disciplinas vinculadas a la producción, a la administración, a las humanidades y a las ciencias sociales, incluyendo la comunicación y la educación, están enterados de los problemas del medio ambiente, pero la superficialidad de su conocimiento puede obstaculizar la toma de conciencia y una actitud militante. Si nos referimos a la superficialidad, incluimos la falta de profundidad como a la fragmentación del conocimiento. Por ejemplo, si un gobierno promueve la deforestación para ampliar la frontera agrícola, acción impulsada por comerciantes de semillas, agrónomos vendedores de agroquímicos y agroindustriales que se quejan por la sequía y piden que se aprueben transgénicos que resisten a este problema climático, debe pensarse que es por ausencia de conocimiento en un enfoque integral. Es posible que algunos conozcan de la toxicidad directa de los pesticidas químicos en la población expuesta y la afectación de la microbiota intestinal con sus consecuencias neurológicas e inmunológicas (Leyno *et al.*, 2021), pero posiblemente ignoran del daño en los biocontroladores de la fauna acuícola que, al ser eliminada o drásticamente reducida por la percolación de estos tóxicos ambientales desde los suelos agrícolas hasta los cuerpos de agua, permite el crecimiento de larvas de vectores (mosquitos) de virus de patologías endémicas. La eliminación de la selva puede ser conocida por sus efectos en

la sequía, aunque sus mecanismos no sean parte de los argumentos en la toma de decisiones de los que la impulsan o autorizan y menos en los que incendian y siembran o negocian con las tierras. No conocer los mecanismos de la sequía hace que los agroindustriales y los pequeños productores creen que se resolverá con riego y con eventos transgénicos. En fin, este ejemplo y otros que se verán más adelante, muestran la importancia del conocimiento integral de todos y cada uno de los grandes y pequeños conflictos ambientales, a través de la indagación de las bases y los mecanismos que afectan nuestra relación con el entorno biótico y no biótico. Sólo así se podrán tomar las decisiones más sostenibles y pertinentes.

Por su parte, la población comprometida con el cambio que se requiere tiene la posibilidad de actuar directamente a partir de un cambio de actitud individual o colectiva, así como interpelar al Estado respecto a la necesidad de acciones efectivas. Ambas opciones deben contar con el recurso más valioso: el conocimiento. Este conocimiento, transmitido a través de la educación formal, tiene al educador como intermediario en todos los niveles. Sin embargo, la educación no formal, que empodera a la sociedad, es mediada por comunicadores en todas las áreas. Su papel es empoderar a la sociedad mediante el conocimiento estructurado e integral que puede convertirse en el instrumento de transformación que se busca en una nueva relación humano-naturaleza. En este artículo se hace una revisión de los aspectos de la relación humano-naturaleza que deberían considerarse para estructurar un conocimiento integral que tenga la potencialidad de operar como instrumento mayor en los procesos de transformación buscados.

Los tipos de relación humano-naturaleza

Se pueden plantear al menos dos tipos generales de relación entre el ser humano y la naturaleza. Por un lado, es necesario considerar la interacción del humano como parte de la naturaleza. En este sentido, es importante analizar la relación entre la parte y el todo, en términos sistémicos. Al ser el humano parte del ecosistema, sus vínculos están esencialmente ligados a los aspectos bióticos. Este tipo de relación tiene que ver con los mecanismos de interdependencia con los demás seres vivos, las interacciones y la vital conexión con los servicios ecosistémicos. Por otro lado, será necesario referirse a las relaciones que se dan entre dos entes separados, en este caso el humano a través de su inteligencia y su capacidad de ver e interactuar, desde la conciencia y la volición, con el otro ser altamente complejo, el universo. En este caso, dado que el ser humano está históricamente determinado y es producto de la acumulación del saber colectivo, se puede hacer referencia a la relación cultura-naturaleza. Como se ve es importante referirse a ambos tipos de relacionamiento.

El humano como parte del ecosistema

Si bien la naturaleza en su conjunto puede ser vista como el universo en su totalidad y examinar la relación del ser humano con todo lo existente en ese marco, parece más apropiado, en principio, examinar las relaciones de la especie humana con el conjunto de seres vivos y no vivos que conforman su entorno en el planeta tierra: el ecosistema. Éste opera como un sistema en el que cada una de sus partes interacciona con las demás en una compleja red, lo que afecta a un componente repercute en el conjunto, y los efectos de estas interacciones son siempre mayores en términos cuantitativos y cualitativos a la suma de los productos que generan las partes. En ese sentido, la relación del hombre con el conjunto es similar a la que cualquier otro animal tiene cuando se encuentra en un nivel similar de la escala trófica. Las relaciones de orden biótico se refieren al funcionamiento de los sistemas de vida.

El conocimiento detallado (aunque no completo) del funcionamiento de los seres vivos y de su interacción con el conjunto es el resultado del desarrollo de las ciencias biológicas en los últimos siglos. Si bien desde la antigüedad los filósofos griegos propusieron ideas básicas del funcionamiento y de las interrelaciones, como la sistemática experimental trabajada por Aristóteles (Artunduaga, 2009), no fue hasta que se planteó la teoría de la evolución en el siglo XIX que muchos aspectos que hasta entonces habían sido definidos por normas y dogmas religiosos comenzaron a aclararse. Sin embargo, es importante reconocer que, desde tiempos antiguos, incluso en las religiones más primitivas, se asentaba que el conocimiento era el eje central de cualquier toma de relacionamiento o actitud frente a la naturaleza. En las religiones judeo-cristianas se muestra este hecho en el mito del paraíso donde el árbol del conocimiento simboliza el acceso al conocimiento por parte de los primeros seres humanos, quienes, al pecar por comer su fruto, fueron expulsados del paraíso y se vieron obligados a enfrentar una tierra hostil, donde su supervivencia dependería del conocimiento y, con ello, de su verdadera humanidad.

Desafortunadamente en épocas recientes, como veremos más adelante, el conocimiento de los mecanismos de la vida ha sido utilizado tanto para acciones de protección como de explotación, dejando en claro que el conocimiento no siempre garantiza una relación armoniosa entre el ser humano y la naturaleza.

Relaciones de identidad y pertenencia

Una relación que podría considerarse de orden primario es aquella que establece el origen común o único de los seres vivos y su conformación molecular prácticamente idéntica entre ellos -salvo detalles que definen su funcio-

namiento. El hecho de ser parte de la naturaleza biótica se evidencia desde una etapa germinal, cuando se reconoce que son las mismas moléculas las que están involucradas en el funcionamiento de cualquier ser vivo, desde los más primitivos y simples hasta los más complejos. Esta misma relación de identidad se observa en los procesos metabólicos, es decir, en la transferencia de sustancias externas a estructuras propias de su composición y su funcionamiento, incluyendo la transferencia de energía.

Existen nexos con el universo que demuestran molecularmente no somos los mismos cada cierto tiempo (varios años) debido al recambio de átomos de carbono, nitrógeno, oxígeno y metales. Estos elementos regresan a la naturaleza y hacen que las estructuras moleculares, células y tejidos ya no sean los mismos que conformaban el cuerpo humano en algún momento anterior, es decir, ese individuo es otro individuo en sus componentes moleculares. Sin embargo, el individuo queda y lo único trascendental en el tiempo es su identidad, conservada a través de la mente, las ideas, los recuerdos, la personalidad, el carácter, es decir, todo lo inmaterial. El resto vuelve al universo de donde provienen, de manera que nuestra identidad espiritual es la que permanece y nuestra pertenencia al universo queda marcada.

El denominado “ADN oscuro” que constituye casi el 98% de nuestro material genético que no codifica para proteínas que funcionan en el organismo, está constituido por secuencias repetitivas (Ahmad *et al.*, 2020) y por genes que llegaron desde la naturaleza transportados por virus cuyo genoma se insertó en el nuestro. Se ha planteado la idea de que en este material también se incluyen los genes que a lo largo de la evolución no fueron eliminados. Como se puede observar, gran parte de la naturaleza biótica está presente en nosotros a través de información genética compartida, pero no expresada, lo que demuestra el grado de pertenencia al gran organismo que es el ecosistema.

Relaciones de interdependencia

Es importante recordar que, desde los mamíferos superiores hasta la mayoría de los seres unicelulares, utilizan la energía proveniente del sol (muy pocas especies obtienen energía a través de reacciones químicas de óxido reducción de metales). En este sentido, la relación con los componentes del entorno natural se da en ciclos biogeoquímicos en los que intervenimos. Por ejemplo, los vegetales u otros seres microscópicos aprovechan los fotones del sol para obtener energía, partiendo las moléculas de agua, proveniente de la humedad ambiental, y liberando oxígeno (que regresa a la atmósfera) y protones cargados de energía. La planta utiliza esta energía para sintetizar moléculas cada vez más complejas a partir del anhídrido carbónico (CO₂) atmosférico,

y otras moléculas (O_2 , N, P, oligoelementos diversos). Estas moléculas complejas, además de conformar parte de la estructura y el funcionamiento de la planta, sirven como alimento para otras especies, habitualmente del reino animal. Al consumir esa biomasa vegetal, los animales recibimos proteínas, lípidos, ácidos nucleicos, vitaminas y minerales extraídos del suelo. Como resultado de esta interacción básica y vital, los animales, después de efectuar los procesos metabólicos internos, liberamos CO_2 a la atmósfera y nitrógeno al suelo, completando así algunos de los múltiples ciclos biogeoquímicos de la naturaleza (Hoagland, 1985). Como se ve, los intercambios de materia y energía vienen a ser el relacionamiento básico y vital entre la naturaleza y los humanos. Recibimos y aprovechamos la energía del sol, el CO_2 del aire y los metales del suelo a través de otras especies, en una cadena de eventos que constituyen el *continuum* bioquímico.

El concepto de Madre Naturaleza

El conjunto de seres vivos en interacción sistémica asegura la provisión de diversos bienes y servicios que conviene destacar. Además, la producción de oxígeno, la distribución del agua, los nutrientes y la regulación de la temperatura están a cargo del reino vegetal. Efectivamente, la naturaleza se relaciona con los humanos (y el resto de los seres vivos) a través de la provisión de los llamados servicios ambientales, entre ellos el suministro de agua dulce mediante la lluvia, la cual se genera a partir de la evaporación de mares y otros cuerpos de agua (ya que las sales no se evaporan) y es transportada por los vientos hacia las zonas continentales, donde se originan los ríos que alimentan los mares, cerrando así los ciclos hidrodinámicos. Este servicio vital, requiere que las nubes sean mantenidas como tales durante su trayecto hacia las cordilleras, y esto se logra gracias a la interacción de diferentes productos químicos que emanan de los árboles con las gotículas de agua producidas por la evapotranspiración de las hojas. Esta interacción mantiene las nubes con el suficiente grado de cohesión para que no sean dispersadas por los vientos y cumplan con los ciclos hidrodinámicos cortos (Coe *et al.*, 2016). La evapotranspiración, que es un mecanismo para transportar agua y nutrientes desde el suelo a la masa foliar, también interviene en el enfriamiento del ambiente (la evaporación es un fenómeno endergónico) y esta temperatura se propaga como efecto de las leyes fisicoquímicas, como la presión, la temperatura, los vientos, entre otras variables, hacia regiones distantes. En fin, estos y otros servicios ambientales como la regeneración de la biomasa (incluyendo la humana) por parte de los microorganismos de los suelos, la provisión de nutrientes vegetales, animales y microbianos por la biodiversidad, en los diferentes biomas, son algunos de los componentes de un flujo de eventos –en

su mayoría unidireccional– en el cual la naturaleza aporta y favorece a las posibilidades de la vida humana. A lo largo de la historia, y especialmente en la prehistoria, esta visión de conjunto ha dado lugar al destacado concepto que muchas culturas aún conservan: el de la Madre Naturaleza.

Como se mencionó anteriormente, este tipo de relación con la naturaleza es similar a la que ocurre con cualquier especie, ya que, al ser parte del ecosistema, se beneficia de lo que proveen los seres vivos al conjunto de seres vivos y no vivos, en un biotopo determinado. El aporte de los humanos al funcionamiento del ecosistema, en las fases iniciales de su evolución, durante el Paleolítico, estuvo (y aún lo está, en grupos silvícolas voluntariamente aislados) signado por su papel en la escala trófica (controlador de algunas especies vegetales que le sirven como nutrientes y de animales de menor talla y peligrosidad) y por su servicio como diseminador de ciertas semillas. En este orden, el ser humano, por estar en la cúspide de la pirámide trófica, aporta muy poco al metabolismo global en términos de energía y materia. Quizá por eso, su valor como especie es el más bajo entre los miembros del ecosistema (Rodríguez, 2019). La abrumadora diferencia, tanto en calidad como en cantidad, entre lo que los humanos reciben de la naturaleza y lo que aportan, justifica el concepto de maternidad que muchas culturas atribuyen a la naturaleza.

Relaciones de intervención

Las intervenciones al inicio de la historia humana.– El estudio de la prehistoria y la historia de la humanidad nos muestra que las relaciones de intervención se dieron desde el inicio, pero se han ido modificando en el tiempo. Tanto en la visión materialista de la historia explicitada en la “conversión de mono en hombre por el trabajo” (Engels, 1986) durante el Paleolítico, como en la “salida del paraíso terrenal por comer el fruto del árbol del conocimiento” en la visión de las religiones monoteístas abrahámicas, el *Homo sapiens* ha intervenido en la naturaleza el objetivo de sobrevivir. En este proceso, la relación humano-naturaleza depende de la existencia de la otredad en la naturaleza, establecida por el propio humano como expresión de la inteligencia: ver a la naturaleza como otro ser. Su acto de intervención no está relacionado con su papel como parte del ecosistema. Esto comenzó cuando los homínidos realizaron las primeras intervenciones significativas en la naturaleza a través de la manipulación de objetos. Como resultado de la evolución por medio de mutaciones que dieron lugar a la formación de la mano con el dedo pulgar contrapuesto a los otros dedos y, consecuentemente, se alcanzó una mayor precisión en los movimientos musculares, junto con el desarrollo del cerebro

después del caminar erguido (Bermúdez, 2010). Esto llevó al desarrollo de la capacidad de manipular objetos naturales, como aprehender y tallar piedras, lo que a su vez condujo a la adquisición de herramientas útiles para la sobrevivencia. En este orden, es importante destacar que la extrema vulnerabilidad física del *Homo sapiens*, en comparación con los animales de su entorno, que son equivalentes en volumen, fue un estímulo para la evolución intelectual. La falta de protección del pelo en la piel, el equilibrio frágil en dos pies, la carrera lenta en comparación con los depredadores y otros cuadrúpedos, la incapacidad de volar o sumergirse, así como sus necesidades alimentarias especiales (con una inmunidad más débil en el intestino) y la necesidad de regular la temperatura corporal con una piel desnuda que actúa como un radiador que libera calor, junto con otras debilidades para enfrentarse el entorno, crearon presiones evolutivas sobre esta especie tan vulnerable en casi cualquier tipo de ecotopo.

De esa forma, los seres humanos se constituyeron en la especie que, a través de mutaciones sucesivas e intercambios génicos, desarrolló mayor inteligencia para encontrar las soluciones que le permitieron sobrevivir y transmitir esas capacidades a las nuevas generaciones para compensar su debilidad corporal (Schwoerbel, 1986). Tales ventajas evolutivas fueron adquiridas por todos los *Homo*, pero fueron más prominentes en los *sapiens*, lo que dio lugar a una nueva forma de relacionarse con la naturaleza.

Sí bien otros animales tienen ciertas habilidades para utilizar objetos como herramientas, especialmente los simios y las aves, como es el caso del uso de ramas para capturar hormigas o piedras para partir frutas de cáscara leñosa (como los cocos), estas habilidades no han evolucionado desde su aparición. Por lo tanto, las capacidades que se desarrollaron en animales no humanos siguen siendo exactamente las mismas desde su especiación (aparición como especie diferenciada). En el caso del *Homo sapiens sapiens*, desde su especiación, estas habilidades han progresado de manera poco significativa. El humano actual es prácticamente el mismo, en términos moleculares, estructurales y genéticos, que el primer *Homo sapiens sapiens* (Bermúdez, 2010). Sólo ha evolucionado en términos culturales a través de la capacidad de transmitir y acumular conocimientos, experiencias y habilidades de generación en generación mediante la información transmitida por el lenguaje, lo que hace que la especie humana sea única en cuanto a su historia y cultura. El humano no ha evolucionado de manera significativa somáticamente ni intelectualmente desde su origen; sólo ha adquirido algunas características que facilitaron su adaptación a diferentes ecotopos. La evolución cultural es el resultado de la acumulación de conocimientos transmitidos en cada generación, y es a través de la escritura que se establece la historia (en el Neolítico), periodo en el cual la información pasa de los registros a los individuos en proceso de formación

intelectual, un proceso que actualmente está al alcance de todos (Bermúdez, 2010). Es posible que, si clonamos al primer *Homo sapiens sapiens* y nace en la época actual, ese individuo desarrollará todas y cada una de las habilidades y aptitudes que se le transmitan a través de la educación, siendo un ser normal en la sociedad actual y manteniendo la misma relación con la naturaleza que un humano moderno (Wilson, 2014).

Las herramientas y el trabajo en la evolución.— Como ya se anotó, la relación del humano primitivo con la naturaleza al principio consistía en aprovecharla para su sobrevivencia en un ambiente hostil mediante la fabricación, el diseño de herramientas y la formulación de estrategias de uso. De ese modo, la caza, la pesca, la colecta de frutos y semillas fue mejorando paulatinamente en eficacia. A medida que se perfeccionaba el pensamiento abstracto, la planificación y el diseño, siempre gracias al aprendizaje transmitido que generaba nuevas conexiones interneuronales se dió lugar a la complejización de las ideas y a la estructuración del trabajo. En ese sentido no hay evidencias de que este avance haya ocurrido por modificaciones en las estructuras somáticas cerebrales (Bermúdez, 2010).

Según la visión actual, como plantea Engels (1986), el hombre primitivo ingresó a la esfera productiva con el trabajo efectivo y a la reproductiva con la formación de la familia, lo que dio lugar a las primeras formaciones sociales. Es decir, la fabricación y el uso de herramientas para modificar la naturaleza en beneficio propio marcaron el inicio de lo que ahora se concibe como humanidad. Por otro lado, aspectos importantes como el descubrimiento y el uso del fuego tuvieron repercusiones significativas a favor del ser humano, como cocinar alimentos, ahuyentar depredadores, templar flechas, calentar ambientes, entre otros. Estos hechos modificaron drásticamente su capacidad de supervivencia y reproducción (Bermúdez, 2010). Por lo tanto, la relación con la naturaleza desde la esfera mental, se desarrolló fundamentalmente en términos de intervención. En esta nueva etapa, la naturaleza continuaba proporcionando bienes que irían a ser transformados para darles un mejor uso, pero también representaba ese entorno hostil que había que vencer para el mismo fin, la sobrevivencia. El manejo del fuego, que dio lugar a los primeros incendios forestales y a la muerte masiva de animales de manera accidental o incidental (De Jorge, 2017), demostraba las perspectivas y potencialidades que el humano tenía para afectar a la naturaleza con base en sus logros y conocimientos.

El desarrollo de estas y otras capacidades, así como la posibilidad de actuar en grupos, permitió a los seres humanos cazar presas más grandes y defenderse de los depredadores. Asimismo, pudieron superar la vida en cavernas al construir viviendas más firmes utilizando materiales del bosque o de la tierra. Esto incidió en el aumento de la población, lo cual permitió que

algunos de los miembros de las hordas, clanes o tribus se dedicaran a otras tareas, como descubrir las propiedades de los recursos materiales a su alcance. Así, conocer la dureza de ciertos materiales volcánicos, piedras, maderas, tierra endurecida y cocida en moldes, la suavidad y termo-plasticidad de las pieles de animales y sus fibras, entre otros aspectos, les permitió avanzar hacia tierras con diferentes condiciones climáticas. La construcción de embarcaciones facilitó cruzar diferentes estrechos de mar, lo que les permitió abarcar más territorio y conocer más especies de animales y plantas. Asimismo, el consumo de carne animal y la diversificación de la recolección mejoraron sus condiciones nutricionales, lo cual ha sido asociado con el crecimiento del cerebro y, por lo tanto, generó mayores perspectivas de reproducción debido al incremento directo de la fecundidad, que es una característica asociada a la reproducción de cualquier especie (Bermúdez, 2010).

El conocimiento como mediador fundamental en la relación de intervención.- Como se ve, el elemento crucial en esa nueva dinámica de relacionamiento con la naturaleza fue el conocimiento. Se instaló un círculo virtuoso que perduraría a lo largo de la existencia de la humanidad: a mayor conocimiento, mayor capacidad de intervención en la naturaleza. Esto condujo a un mayor aprovechamiento de sus recursos, generando así un mayor conocimiento acumulado y una capacidad de intervención aún mayor. Una de las principales consecuencias de este hecho es la capacidad de domesticar plantas y animales, lo que llevó al surgimiento y desarrollo de la agricultura. Este desarrollo se vio impulsado por la necesidad de obtener más alimentos para una población en aumento y las dificultades de abarcar más territorios para la caza y pesca. Es probable que el desarrollo de la agricultura sobrevino de la observación de que algunos granos recolectados caían en suelos fértiles, lo que resultaba en la aparición de nuevas plantas. Estas condiciones favorables se presentaron en ciertas regiones habitadas por los seres humanos durante el Paleolítico.

Si bien el *Homo sapiens* hizo su aparición en África, fue después de su expansión que diversos grupos ocuparon los valles fértiles de Oriente Medio, donde posiblemente surgió la agricultura en el llamado “creciente fértil”, situado entre los ríos Tigris y Éufrates en Mesopotamia, después Babilonia, que actualmente corresponde a la región de Irak. Se cree que fue en esta región donde se inició la agricultura debido a su fertilidad, derivada de los nutrientes y la humedad aportados por las extravasaciones de ambos ríos durante la época de lluvia en las sierras de Anatolia. Otras áreas en las que se desarrolló tempranamente la agricultura incluyen el delta del Nilo y zonas cercanas con inundaciones temporales (Maroto, 1998). En América, las áreas que experimentaron un desarrollo similar, aunque más tardío, fueron Tenoctitlan, debido a sus calzadas construidas en torno a un lago, y Tiwanaku, en

un valle altoandino con humedad regulada mediante estructuras hidráulicas o camellones (aunque actualmente las estructuras hidráulicas de Moxos en plena amazonia también están siendo objeto de estudio). Como se puede apreciar, los ríos y la fertilidad que aportan desde las montañas son elementos fundamentales para el desarrollo de las culturas basadas en la obtención masiva de alimentos para la población. La acumulación de conocimiento permitió la diversificación de especies domesticadas y su transferencia a otras regiones, aunque no se descarta la posibilidad de que la agricultura haya surgido de manera independiente en cada sitio. Este es el caso de China, donde se desarrollaron técnicas de manejo del suelo bastante diferenciadas.

Lo anterior provocó el surgimiento de asentamientos humanos que permitieron el sedentarismo y la formación de grupos con características de organización social. Como se puede apreciar, el funcionamiento de la naturaleza en interacción con el conocimiento humano generó condiciones que modificaron las relaciones sociales. Se pasó de los clanes con líderes y la ley del más fuerte a la formación de grupos con jerarquías basadas en otros atributos, entre los cuales destaca el conocimiento y el liderazgo. Este estilo de vida sedentaria, determinada por la domesticación de las plantas y los animales redujo la caza y la recolección al mínimo necesario, condujo a un aumento en la producción de alimentos y a un nuevo esquema de relación humano-naturaleza caracterizado por un aprovechamiento más eficiente y, a veces, más intensivo de los recursos. Está claro que las regiones con un entorno natural favorable para la producción alimentaria fueron el escenario en el que se formaron grupos con un comportamiento humano propenso al establecimiento de gobiernos, instituciones, etc., que, para lograr una adecuada organización, tuvieron que dotarse de instrumentos de transmisión y gestión de la información, lo que dio lugar a la creación de la escritura y posteriormente a las matemáticas, la geometría y otras áreas de conocimiento. La acumulación de conocimientos empíricos diversificó las actividades humanas y la producción de otros bienes. Dispositivos fabricados mediante el desarrollo de la alfarería, la construcción de utensilios y armas de metal marcaron la entrada en la Edad de Bronce y el surgimiento de profesiones no productoras de bienes, como artistas, profesores, militares, pensadores, sacerdotes, entre otros, lo cual condujo al desarrollo de organizaciones sociales primitivas con características de complejidad. La guerra como mecanismo de conquista, permitió la adquisición de esclavos y dio lugar a un trabajo intensivo basado en la mano de obra gratuita (Bowler 1998).

Las migraciones y los nuevos escenarios geográficos.— Hasta esa época, la explotación de la naturaleza no tenía consecuencias dramáticas en lo que se refiere a la afectación de otras especies. Si bien está documentado que la llegada del humano a territorios nuevos condujo, en muchos casos, a la alteración del medio ambiente debido a la caza intensiva de animales, la utilización de

espacios para la agricultura y la modificación de los cursos de los ríos. Esto tuvo un impacto en los ecosistemas y la desaparición de especies debido a la alteración del ecotopos por medio de la incidencia en diversas cadenas tróficas.² Hasta la actualidad, no se dieron escenarios dramáticos de afectación, porque la población existente todavía podía ser soportada por las especies de los territorios en expansión, o sea, todavía no se había superado la llamada capacidad de carga de dichas regiones.

Las relaciones con la naturaleza en las grandes civilizaciones.— Durante la antigüedad, durante la vigencia de las grandes civilizaciones del Medio Oriente, Grecia y Roma, no se registraron grandes modificaciones en el medio ambiente. Sólo se conocen afectaciones locales, como las provocadas por las culturas dedicadas al comercio en el Mar Mediterráneo, cuyo transporte requería grandes cantidades de madera obtenida mediante la deforestación; los bosques de cedro del Líbano son un ejemplo histórico de este hecho. Una vez que se vislumbró su agotamiento y desertificación, se produjo un cambio en el paisaje del Medio Oriente (Hajar, 2010).

En el periodo de decadencia de Roma y en plena Edad Media, la visión y el pensamiento teísta impuestos por el cristianismo, que abarcaban todos los ámbitos del poder, indujo en gran medida al “cuidado de la creación”. Sólo las demandas de los grandes imperios a través del comercio continuaron con la destrucción de los bosques (en el caso de los cedros del Líbano, con múltiples usos, se estima que se necesitaron más de 5000 años para su destrucción y se requerirán otros 5000 años para su restauración). En la Edad Media los conflictos con la naturaleza no se referían a la alteración del ecosistema macroscópico, sino a la aparición de plagas en las ciudades debido a la eliminación de la biodiversidad colindante a los asentamientos humanos. Esto generó un desequilibrio local en el ecosistema que causó el incremento de ciertos reservorios o vectores de microorganismos altamente patógenos, como las ratas y pulgas. Esto, sumado a la falta de higiene promovida por las costumbres asociadas a las creencias religiosas de la época, dieron lugar a la aparición de epidemias de elevada letalidad, entre las que destacan la peste de Justiniano, en las postrimerías del esplendor del imperio Romano, y la peste negra en plena Edad Media, ambas causadas por *Yersinia pestis* (Bowler, 1998).

2 Como ejemplo: para ocupar espacios se eliminan serpientes y aves lo que permite la proliferación de especies de alta reproducibilidad que antes eran controladas por las especies extinguidas localmente; también el llevar a un territorio especies provenientes de otro hábitat, en parte importante de los casos ha significado incidencias negativas en el equilibrio ecosistémico por el hecho de que las mismas no llegan con su controlador biológico y proliferan sin control poniendo en peligro a las especies nativas. Un ejemplo son las truchas arco iris en el lago Titicaca, que extinguieron a gran parte de la fauna piscícola nativa.

En ese momento, la relación con la naturaleza incluía una visión mágico-mística: desde la creencia en animales demoníacos y plantas con propiedades malignas, hasta la asociación de animales y plantas con brujos y hechiceros, así como la existencia de personajes ocultos en los bosques y montañas. Estos elementos formaban parte del patrón de relación que, en algunos casos, condujo a afectaciones locales en los ecosistemas y al maltrato, eliminación y sufrimiento animal (Bermúdez, 2010).

Al no haber avances sustanciales en el conocimiento durante este periodo, e incluso habiendo retrocesos en algunos casos, se le llamó la época del oscurantismo. La actividad humana no productiva estaba enfocada en la guerra o en la adoración y oración a Dios en las culturas monoteístas (judío-cristianas y musulmana), lo que resultó en un crecimiento poblacional poco significativo y tuvo un impacto reducido en los recursos naturales. Los servicios ambientales como el agua, el oxígeno el reciclaje, los alimentos silvestres y la energía, eran considerados abundantes y provistos por la “divinidad” según la región. Las guerras se originaban más por la necesidad de imponer el poder y el deseo de adquirir mayores riquezas por parte de reyes, papas y otros jerarcas de menor nivel.

En los casos en los que se incrementaba la demanda de recursos naturales, la expansión y la conquista de territorios siempre fue la opción más viable. Algunos de estos acontecimientos llevaron a la explotación de otros grupos humanos, aunque en niveles muy bajos. Los informes históricos sobre afectaciones significativas a la naturaleza son escasos, lo cual podría estar relacionado con las características de la época, marcada por creencias religiosas que incluían consideraciones hacia los seres humanos y el cuidado de las “criaturas del señor” (Bowler, 1998).

Renacen el conocimiento y las nuevas relaciones.— El Renacimiento y el advenimiento de la era de la Ilustración marcaron el resurgimiento del conocimiento y el establecimiento de nuevas relaciones. Hasta entonces, el conocimiento se generaba a partir de propuestas de explicación de la realidad, la sociedad o la naturaleza, por parte de pensadores y sabios y estas propuestas se debatían y podían establecerse como verdades basadas en la retórica o el prestigio de la autoridad religiosa o académica que la formulaba. Gran parte de este conocimiento estaba impregnado de valores y criterios establecidos por la moral dominante en cada cultura. La emergencia de la racionalidad como criterio principal en la deliberación sobre temas críticos y la adopción del método científico experimental sustituyeron al ensayo y error que fue la base del aprendizaje del hombre primitivo, permitiendo la supervivencia en un entorno hostil. El cambio hacia la experimentación metódica y, con ello, la verdadera revolución científica, que continúa hasta nuestros días, ha generado una acumulación exponencial de conocimientos y ha llevado a una

modificación drástica de las relaciones con la naturaleza. En muchos casos, esto ha resultado en una relación más armoniosa, pero en otros no. El conocimiento parcial o incompleto, cargado de supuestos no demostrables, ha sido probablemente la mayor causa de eventos que, en ocasiones, han llevado a desastres. Además, el conocimiento controlado por grupos dominantes con intereses particulares ha dado lugar a la explotación desmedida de los recursos naturales y, en ocasiones ha perjudicado a grupos poblacionales desfavorecidos por el poder.

El conocimiento o el descubrimiento de cómo funciona la naturaleza, a cargo de las ciencias naturales, y el desarrollo de procedimientos, técnicas e instrumentos cada vez mejores y más eficaces, a cargo de la tecnología, han otorgado al ser humano una capacidad de dominio que ha multiplicado ampliamente las posibilidades de aprovechamiento en su beneficio (Derry y Willams, 2004). Esto ha sido favorecido por el incremento de la población, que se ha convertido en un mercado consumidor, y a su vez, la capacidad de aprovechamiento ha contribuido al aumento poblacional, dando lugar a un ciclo (ya sea pernicioso o beneficioso, dependiendo del enfoque) que se intensificó a medida que avanzaba el siglo XX. Sin embargo, en muchos casos este proceso no fue equilibrado y la demanda de recursos sobrepasó la capacidad de la naturaleza para regenerarse en el caso de los recursos renovables y agotó los recursos no renovables.

Lo anterior condujo a un intenso proceso de desequilibrio ecosistémico, cuya magnitud variaba según la fragilidad de los biotopos cuyo equilibrio, en algunos casos, fue logrado por la naturaleza en cientos o miles de años. Desde la deforestación y la eliminación de especies en extensas regiones del planeta para expandir la frontera agrícola o el crecimiento urbano, hasta los desequilibrios logrados por el interés humano en la explotación de recursos, en gran medida se respondía a una visión monetaria de la naturaleza, la cual se consolidó con la instauración del capitalismo en diferentes regiones del planeta.

A medida que la agricultura se hizo más extensiva e intensiva dejó de ser una actividad destinada a la producción de alimentos para convertirse en una actividad enfocada en generar ganancias, sin considerar suficientemente el impacto en el equilibrio ecosistémico y dependiente de la aplicación de conocimiento y capital en el proceso extractivo/productivo (Gudynas, 2015).

Las revoluciones científicas marcan un nuevo relacionamiento.- Desde la prehistoria, el aprovechamiento de los bienes y servicios que brinda y provee la naturaleza ha dependido del conocimiento de sus beneficios. Al principio, estos bienes y servicios se utilizaban o aplicaban en su forma original. Sin embargo, con los avances en el conocimiento y especialmente a partir de las revoluciones científicas de los siglos XVI y XVII (Khun, 1962), se empezaron a utilizar y aplicar los bienes de la naturaleza con diferentes grados de transformación. Dicha transformación era el resultado del conocimiento de

las propiedades y la posibilidad de obtener beneficios a partir de ellos. El conocimiento de las propiedades de piedras, maderas, metales, agua, como su dureza, flexibilidad maleabilidad, punto de fusión, hasta las propiedades de productos químicos y de otros organismos vivos, como su reproducción, crecimiento y controles biológicos han posibilitado la construcción de herramientas para el manejo de la naturaleza que fueron parte del proceso evolutivo de la civilización. Además, existen propiedades de los recursos naturales que no son perceptibles a simple vista (no se detectan con procedimientos relativamente simples), y éstas han llevado a avances sustanciales y en ocasiones revolucionarios en tiempos recientes. Desde las propiedades electromagnéticas, de conductividad y otras propias de la estructura atómica molecular de la materia/energía, hasta las ondas del espectro electromagnético generadas por actividades humanas, radiaciones cósmicas o neutrinos, descubiertos en la naturaleza extraplanetaria, han sido los avances más deslumbrantes de los últimos decenios (Otaola, 2000). El descubrimiento de las propiedades de la materia y la energía, así como sus posibilidades de manipulación, ha llevado a avances tecnocientíficos de gran potencial. Desde la Revolución Industrial, basada en la potencia del vapor de agua y el desarrollo de la termodinámica, hasta la utilización de la radiactividad, la energía termonuclear (fusión nuclear), las computadoras cuánticas y la edición genética en combinación con la biología sintética, se ha otorgado al ser humano una enorme capacidad para influir en la naturaleza, tanto en su aprovechamiento como en su afectación, como resultado de diversos intereses (Gutiérrez, 2000).

En fin, es importante destacar que el aprovechamiento con afectación ha sido la tendencia predominante en el proceso del desarrollo productivo, ya que en muchos casos ha chocado con las posibilidades de preservación de los ecosistemas. El dilema entre prevención/protección/preservación contra la producción (o explotación de la naturaleza y sus recursos) sigue vigente, a pesar de los numerosos avances en el desarrollo científico y tecnológico orientados a neutralizar o mitigar los procesos de gran afectación.

Algunos efectos de la afectación

Las motivaciones para la incorporación del conocimiento en los procesos productivos están mayormente influenciadas por intereses disfrazados de necesidad. Un ejemplo muy debatido es el caso de los alimentos transgénicos y la biología sintética. En el primer caso, se ha generado mucha controversia con la incorporación de genes bacterianos resistentes a herbicidas en algunas especies alimentarias, con el objetivo de evitar el gasto que significa el deshierbado manual o mecánico en los cultivos y usar en su lugar algún herbicida como el glifosato. Esto permite obtener mayores ganancias, ya que

la producción y comercialización de las semillas y de los herbicidas están en manos de la misma empresa, ofreciendo productos de mayor rendimiento (soya, colza, algodón) y reduciendo el uso de pesticidas. Sin embargo, los resultados en campo han contradicho estas estrategias de comercialización, mostrando que se obtiene el mismo rendimiento y se requiere un mayor uso de pesticidas a lo largo del tiempo³. Estudios científicos sin conflictos de intereses y pronunciamientos de entidades internacionales en salud (IARC-WHO, 2017), han demostrado toxicidad humana y ambiental del pesticida utilizado, a pesar de lo afirmado por las empresas productoras de dichos paquetes tecnológicos (Peillex, 2020). Pese al daño a la naturaleza y a la salud en las áreas fumigadas, algunos gobiernos no hay restringido la producción de estos cultivos debido a la necesidad de recursos financiero que este proceso genera (Carvajal, 2011). Las intoxicaciones por pesticidas se han asociado con riesgos de malformaciones congénitas (Restrepo-Guerrero, 2021), autismo (Yauyu, 2021) y posibles daños renales y a la flora microbiana intestinal en la población expuesta o consumidora (Rueda-Ruzafa 2019), entre otros efectos, pero esto no ha sido motivo suficiente para establecer políticas sobre el tema. Por otro lado, la deforestación impulsada por la expansión de la frontera agrícola, que conlleva sequías y el riesgo de encontrar patógenos emergentes como el virus Chapare de la fiebre hemorrágica,⁴ y el daño a los biocontroladores del suelo y los cuerpos de agua, que ha resultado en la proliferación de vectores de varias enfermedades virales como el dengue, la fiebre amarilla y el chikungunia⁵, no han sido considerados como problemas importantes para definir políticas en salud y medio ambiente. Sólo algunos gobiernos comprometidos con abordar los problemas ambientales han mostrado intención de implementar políticas explícitas al respecto (Gobierno de México, 2022).

- 3 La ONG PROBIOMA a lo largo de los últimos años ha mostrado, con base en estudios de campo y datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), que los rendimientos de la soya transgénica son prácticamente los mismos que la soya convencional (+/- el 5%) y el uso de pesticidas desde que se autorizó la siembra de este OMG, se incrementó en 500% sin que se incremente significativamente la superficie de siembra, hecho que se asocia a la aparición de plagas resistentes al glifosato por lo que se tienen que usar otros pesticidas (mas tóxicos) adicionales.
- 4 La fiebre hemorrágica boliviana, con variantes recientes como el brote causado por el virus Chapare, es una enfermedad viral altamente letal. Este arnavirus, transmitido por el roedor *Calomys callosus*, tiene su origen en la región amazónica de Bolivia en un reservorio silvestre. La ampliación de la frontera agrícola a través de incendios, provoca la eliminación y el alejamiento de los controladores naturales, lo que lleva a que los roedores se establezcan en los domicilios de los agricultores.
- 5 Desde la aprobación del uso de soya transgénica y glifosato, se han incrementado los brotes de fiebre amarilla, dengue, chikungunia, fiebre amarilla y otras virosis en la región dominada por estos cultivos. La afectación de la fauna acuícola por el glifosato, ha sido asociada a este hecho.

Ese tipo de paquetes tecnológicos, que inicialmente se muestran como una respuesta a la necesidad de aumentar drásticamente la producción de alimentos para satisfacer las demandas de una población en crecimiento, en realidad han demostrado ser una respuesta a las necesidades de obtener ganancias y mantener la circulación de dinero. Los argumentos de lograr una presunta soberanía alimentaria se desbaratan cuando se considera que, para continuar utilizando estos paquetes tecnológicos, es necesario depender del exterior para la compra de semillas, maquinaria y pesticidas, lo que beneficia principalmente a comerciantes y terratenientes y resulta en la pérdida de bosques, la fertilidad del suelo y otros servicios ambientales, así como otras consecuencias locales y continentales del calentamiento global.

En muchas ocasiones, intereses genuinos para abordar las necesidades de la población han resultado en desastres debido a la aplicación de conocimientos incompletos o la falta de previsión de las consecuencias debido a la falta de estudios prospectivos serios sobre el problema o las soluciones propuestas. En este sentido, existen eventos icónicos de magnitud ejemplificadora que conviene destacar:

En la China de Mao en los años 50, se observó que los gorriones se estaban alimentando de los granos en los cultivos destinados a la provisión de alimentos, lo cual se consideró como una situación que debía evitarse debido a la reducción de recursos disponibles para la población. Como resultado de esa consideración se indujo a pensar que tal situación debiera evitarse, ya que generaba la merma de alimento para la población, y se dispuso la eliminación de estas aves induciendo a la población a efectuar esta acción que se describió como una medida Revolucionaria. El éxito de la misma condujo a una drástica reducción de estas aves y el consiguiente incremento de los insectos que proliferaron masivamente y se comían las plantaciones. El continente no contaba con sus controladores biológicos: los gorriones. Esto resultó en un grave daño al ecosistema ya alterado, lo que a su vez condujo a una hambruna de proporciones catastróficas. Tal situación se hubiera evitado si se imponían los criterios científicos frente a los criterios políticos basados en intereses propagandísticos y la necesidad evidente de asegurar el suministro de alimentos para la población. Finalmente, se tuvo que importar gorriones y aun así la región continuó afectada por la existencia de plagas de mediana intensidad (Sanchis, 2023).

En Egipto, con la intención de regular los flujos hídricos del Nilo y prevenir las inundaciones no deseadas en el Delta del río, se construyó la mega-represa de Asuán. Sin embargo, esta obra tuvo efectos negativos no previstos. Además de regular el flujo, la represa condujo al proceso de desertificación y salinización en las áreas de suelos río abajo. También surgieron enfermedades debido al cambio en el patrón de flujo, lo que permitió el desa-

rollo de larvas de vectores de virus y protozoarios. La reducción de nutrientes que se retienen como sedimentos y la colmatación del extenso lago creado por el agua retenida tuvo efectos que solo después pudieron ser observados (Sánchez de Rojas, 2013). Otro ejemplo de buenos propósitos con efectos negativos debido a la aplicación insuficiente de conocimiento se produjo en muchas otras represas a nivel mundial, con variaciones en los detalles. En Bolivia, las represas del Bala y del Chepete, propuestas para generar energía eléctrica, se postergaron debido a estudios multidisciplinarios y presiones sociales que advertían sobre los posibles daños ecológicos, además de la verificación de que Bolivia no consume ni el 50% de su capacidad instalada. Los daños ambientales de tales emprendimientos se referían a problemas como: la afectación de la estructura geológica de la región, la interferencia en las migraciones para el desove de peces, la acumulación de microflora metiladora de mercurio proveniente de las minas aguas arriba, la cual entraría en la cadena trófica de peces y pescados, y la posibilidad de incremento de larvas y vectores virales debido a la existencia de aguas estancadas en las riberas del lago/pantano que se formaría en una zona tropical, entre otros impactos similares (Fundación Solón, 2017).

La ampliación de la frontera, agrícola y la explotación de minerales aluviales, principalmente oro, están llevando a una deforestación masiva en la Amazonía, ya sea a través de incendios forestales provocados o no por la destrucción de la foresta en las riberas de los afluentes del Amazonas (Monasterio, 2019). Las urgencias económicas impulsan a los gobiernos a promover y proteger estas acciones. La falta de conocimiento sobre las consecuencias en los flujos de agua que retornan a los ríos de los Andes puede tener consecuencias letales para el destino de la Amazonía y los valles interandinos.⁶ Una vez más, la falta de conocimiento de quienes toman decisiones juega en contra de la naturaleza. Es importante destacar que, en este accionar, los responsables de la afectación y de los efectos locales de calentamiento y el cambio climático obtienen beneficios temporales al aumentar las áreas de siembra, pero posteriormente deben enfrentar las consecuencias de sequías e inundaciones causadas por sus decisiones, y para solucionar esos problemas a menudo recurren al uso de organismos modificados genéticamente con resistencia a la sequía. Un ejemplo es la drástica reducción de los flujos de los ríos de la cuenca del Paraná Paraguay (Figura 2), atribuida a la siembra masiva de soya y la deforestación en Brasil y Paraguay (Politi, 2021).

6 No se considera el papel de los árboles de la selva amazónica en el flujo de masas húmedas hacia los Andes desde el Atlántico en el ciclo hídrico Andes- Amazonas. La deforestación en la selva amazónica estaría provocando la alteración de este ciclo hídrico provocando las sequías de evidente incidencia en tiempos reciente.

Figura 1
Sequia en el río Parana



Fuente: <https://larepublica.pe/mundo/2023/05/26/rio-parana-se-queda-sin-agua-segundo-rio-mas-largo-de-sudamerica-se-seca-rio-parana-hoy-clima-paraguay-argentina-paraguay-brasil-lrtma-2061176>.

Otros ejemplos, como el uso incesante de combustibles fósiles para la generación de energía (donde las energías renovables sólo representan el 3 % de las fuentes energéticas), resultan en la acumulación de anhídrido carbónico en la estratosfera, el principal gas de efecto invernadero. Además se suma la reducción de los mecanismos de captura de dióxido de carbono por parte de los bosques, lo que contribuye al calentamiento global y al aumento del deshielo de los glaciares polares y de alta montaña. La acidificación de los océanos por la contaminación atmosférica que genera precipitaciones ácidas, provocadas por la industria y otros de similar magnitud, Estos elementos demuestran que la conflictiva relación con la naturaleza, en la mayoría de los casos, se origina por intereses económicos que prevalecen sobre los beneficios del bien común.

Reflexión de salida

La relación humano-naturaleza abarca múltiples aspectos que van más allá de la mera afectación al medio ambiente por parte de los procesos productivos. Estas relaciones pueden ser de dependencia e identidad, ya que los humanos

son esencialmente parte integral de la naturaleza y, por tanto, son fundamentalmente de tipo biótico. Sin embargo, también existen relaciones de intervención, en las cuales los seres humanos transforman la naturaleza en beneficio propio, considerándola como un ente separado (otredad) que puede ser modificado, incluso a expensas de dañar al conjunto o a ellos mismos. Las causalidades en esta relación son determinadas histórica y socialmente. Todo lo mencionado anteriormente establece una base válida para examinar, en una segunda parte de este trabajo, los puntos críticos en esta compleja relación que estamos explorando.

Bibliografía

Ahmad Syed, Farhan, *et al.* (2020). “Dark Matter of Primate Genomes: Satellite DNA Repeats and Their Evolutionary Dynamics”. *Cells* 2020, 9, 2714; doi:10.3390/cells9122714

Artunduaga Salas, Iván Rodrigo (2009) *Medio ambiente y evolución. Algunas interpretaciones, desde la perspectiva ambiental, de la evolución humana, desde sus cimientos hasta la era del conocimiento en el XXI*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.

Bermúdez de Castro, José María (2010). *La Evolución del Talento*. Barcelona: Random House Mondadori S.A. Colección DEBATE.

Bowler, Peter J. (1998). *Historia Fontana de las ciencias ambientales*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.

Carvajal Saravia, Roger (2011). “Los Alimentos transgénicos: otra vez en la mesa de discusión”. *Ecoportal* https://www.ecoportal.net/temas-especiales/transgenicos/los_alimentos_transgenicos_otra_vezen_la_mesa_de_discusion/.

Coe Michael T. *et al.* (2016). “The Hydrology and Energy Balance of the Amazon Basin”. En Laszlo Nagy, Bruce R. Forsberg, Paulo Artaxo (Eds.). *Interactions Between Biosphere, Atmosphere, and Human Land Use in the Amazon Basin*. Pgs. 35-53. Berlin: Springer, Heidelberg Publisher.

De Jorge, Judith (2017). “El hombre llegó a Australia antes de lo que se creía”. *ABC Ciencia*. https://www.abc.es/ciencia/abci-hombre-llego-australia-antes-creia-201707192041_noticia.html

Derry, T.K.; Willams, Trevor (2004). *Historia de la Tecnología desde la antigüedad hasta 1750*. Madrid: Siglo XXI.

Engels, Frederick (1896). *El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre*. Die Neue Zeit, Bd. 2, N° 44, reeditado por Marxists Internet Archive, noviembre de 2000. Biblioteca de Textos Marxistas.

Fundación Solón (2017). <https://fundacionsolon.org/2017/05/10/el-caso-del-chepete-y-el-bala/>

Gobierno de México (2022). <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/porque-decir-no-al-glifosato>

Gudynas, Eduardo (2015). *Extractivismos, ecología, economía y política de un modo de entender el desarrollo y la naturaleza*. Bolivia: CEBID.

Gutiérrez, Antonio (2000). “Cerca de la Revolución: la biología en el siglo XXI”. En: Díaz, Esther (Ed.). *La posciencia. El conocimiento científico en las pos-trimerías de la modernidad*. Pg. 281. Buenos Aires: Editorial Biblos.

Hajar, Lara *et al.* (2010). “*Cedrus libani* distribution in Lebanon: Past, present and future”. En *Comptes Rendus Biologies: C. R. Biologies* 333, 622–630, Academie des sciences. Elsevier Masson SAS.

Hoagland, M. (1985). *Las raíces de la vida*. Barcelona: Biblioteca Científica Salvat.

IARC-WHO (2017). “The international Agency for Research of Cancer”. En March 2015, *IARC classified glyphosate as “probably carcinogenic to humans”* (Group 2A). https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/11/QA_Glyphosate.pdf

Kuhn, Thomas (1962). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.

Leino, Lyydia *et al.* (2021). “Classification of the glyphosate target enzyme (5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase) for assessing sensitivity of organisms to the herbicide”. *Journal of Hazardous Materials*. Volume 408, 124556

Maroto, José Vicente (1998). *Historia de la agronomía. una visión de la evolución histórica de las ciencias y técnicas agrarias*. Madrid-Barcelona-México: Ediciones Mundi-Prensa.

Monasterio, Fátima *et al.* (2019). “Sobre la deforestación e incendios forestales en Bolivia y la vulneración a los derechos humanos y de pueblos indígenas”. En: *Informe a la Relatoría Especial de Derechos Económicos Sociales Culturales y Ambientales de la Comisión Interamericana de Derechos Humanos*. Santa Cruz: CEJIS.

Otaola, J. A.; Mendoza B.; Pérez R. (2000). *El Sol y la Tierra, una relación tormentosa*. México: Fondo de Cultura Económica.

Peillex, C.; Pelletier, M. (2020). “The impact and toxicity of glyphosate and glyphosate-based herbicides on health and immunity”. En: *J Immunotoxicol*. 2020 Dec;17(1):163-174.

Politi, Daniel (2021). <https://www.nytimes.com/es/2021/09/04/espanol/sequia-rio-parana.html>

Restrepo Guerrero, Héctor Fabio; Rincón Ruíz, Luz Helena (2021). “Glifosato como factor de riesgo para malformaciones congénitas: revisión bibliográfica / Glyphosate as a risk factor for congenital malformations: a literature review”. *Repert.med.cir*; 30 (2): 101-108, tab.

Rodríguez, Evelyn; Quintanilla, Ana Luz (2019). “Relación Ser Humano-Naturaleza: Desarrollo, Adaptabilidad y Posicionamiento hacia la búsqueda de Bienestar Subjetivo”. *Avances en Investigación Agropecuaria*. Vol. 23, 3 pp. 7-22.

Rueda-Ruzafa, Lola; Cruz, Francisco; Roman, Pablo; Cardona, Diana (2019). “Gut microbiota and neurological effects of glyphosate”. *Neurotoxicology* 75:1-8. doi: 10.1016/j.neuro.2019.08.006.

Sánchez de Rojas Díaz, Emilio (2013). “Un caso de estudio: la cuenca del Nilo”. En: *El agua: ¿fuente de conflicto o cooperación? Capítulo quinto*. pgs. 207-258. *Cuadernos de estrategia*. ISSN 1697-6924, N°. 186, 2017

Sanchis, Albert (2023). <https://www.xataka.com/magnet/hace-60-anos-china-hizo-matanza-masiva-gorriones-acabo-causando-hambruna-que-mato-a-millones-personas>

Schmidt, Alfred (1976). *El concepto de naturaleza en Marx*. Ciudad de México: Siglo XXI Editores.

Schwoerbel, W (1986). *Evolución*. Barcelona: Biblioteca Científica Salvat.

Wilson, Edward O. (2014). *El sentido de la existencia Humana*. Barcelona: Gedisa S.A. ediciones.

Yaoyu Pu, Li Ma; Jiajing Shan, Xiayun Wan; Bruce, D. Hammock; Kenji, Hashimoto (2021). "Autism-like Behaviors in Male Juvenile Offspring after Maternal Glyphosate Exposure Clin". *Psychopharmacol Neurosci* 31;19(3):554-558. doi: 10.9758/cpn.2021.19.3.554