TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCION **5**

Marco teórico de la ecoalfabetización **5**

REFERENCIAS 10

CAPITULO 1 ..... **12**

Historia de la Contaminación Ambiental **12**

1. Introducción 12

1.1. Relación inicila entre Hombre-Naturaleza 13

1.2. Renacimiento 18

1.3. Revolución Industrial 20

REFERENCIAS **22**

PREGUNTAS **24**

CAPÍTULO 2 ..... **27**

Problemas ambientales globales **27**

2. Introducción **27**

2.1. Cambio Climático **29**

2.1.1. Causas e Impactos odel Cambio Climático 30

2.1.2. Gases Efecto Invernadero 32

2.1.2.1. ¿Cómo reducir los gases de efecto invernadero? 33

2.1.3. Huella de carbono 35

2.1.3.1. ¿Cómo podemos reducir nuestra huella de carbono? 36

2.2. Contaminación y agotamiento de los recursos hídricos **37**

2.2.1. Causas e impactos de la contaminación y el deterioro de los recursos hídricos 38

2.2.2. Control de la contaminación del agua: 39

2.2.3. Razones de las sequías : 40

2.3. Pérdida de Biodiversidad **41**

2.3.1. Beneficios de la Biodiversidad 42

2.3.2. Categorías de la Biodiversidad 43
2.3.3. Convenio sobre la Diversidad Biológica 44
2.3.4. Causas e Impactos de la Biodiversidad..... 45
2.4. Problemas del uso de la tierra para la Urbanización, la Agricultura y la Silvicultura 47
2.4.1. Tipos de Tierras y su Uso 47
2.4.2. Causas e Impactos de los Problemas de Uso de la Tierra..... 50
REFERENCIAS: 53
PREGUNTAS: 56
CAPITULO 3 62
Cómo funcionan los Ecosistemas..... 62
3.1. Concepto de Ecosistema..... 62
3.1. Estructura y Función de un Ecosistema..... 63
3.1.1. Productores, Consumidores y Descomponedores..... 63
3.1.2. Flujo de la Energía en el Ecosistema..... 64
3.1.3. Cadenas Alimenticias 65
3.1.4. Ciclo de los Nutrientes en el Ecosistema..... 66
3.1.5. El Ciclo del Agua..... 67
3.1.6. El ciclo del Carbono 68
3.1.7. Ciclo del Nitrógeno..... 71
3.1.8. Ciclo del Fósforo 73
3.1.9. Ciclo del Azufre..... 75
REFERENCIAS..... 77
PREGUNTAS..... 79
CAPÍTULO 4 82
Servicios ecosistémicos 82
4.1. Comprensión de los servicios del ecosistema..... 83
4.2. Clasificación de los servicios del ecosistema..... 87
4.3. Mapeo y evaluación de los servicios de ecosistemas 89

4.4. El papel del "Concepto de Servicio del Ecosistema" en el desarrollo de la política ambiental **96**

4.5. Servicios del Ecosistema para las Pandemias **97**

REFERENCIAS **100**

PREGUNTAS **102**

CAPITULO 5 ..... **105**

Ecoalfabetización **105**

Introducción **105**

5.1. ¿Qué es Ecoalfabetización? **106**

5.1.1. Inteligencia ecológica 106

5.1.2. Inteligencia Social 108

5.1.3. Economía 108

5.1.4. Inteligencia Emocional 108

5.1.5. Conducta del consumidor verde 109

5.2. Necesidad de la ecoalfabetización **110**

5.2.1. La forma de construir la ecoalfabetización 112

5.2.2. Directrices para la educación en materia de ecología 116

5.3. La alfabetización ecológica y la transición a la sostenibilidad **126**

5.3.1. Sostenibilidad medioambiental 126

5.3.2. Mejorar la sostenibilidad mediante la gestión educativa 137

5.3.3. Estrategias de desarrollo sostenible de la ecoalfabetización 139

REFERENCIAS **145**

PREGUNTAS **149**

CAPITULO 6 ..... **152**

Enfoque del Sistema Ecológico Social **152**

Introducción **152**

6.1. Marco teórico **154**

6.1.1. La problemática relación entre el hombre y los ecosistemas 154

6.1.2. Propiedades básicas de los sistemas dinámicos complejos 162

6.1.2.1. Auto-organización, "apertura al entorno" y "coherencia operativa".. 163
6.1.2.2. Resiliencia y Robustez 167
6.1.2.3. Previsibilidad limitada de los procesos de sistemas complejos 169
6.1.2.4. Complejidad, equilibrio y estabilidad 170
6.1.2.5. Jerarquía y heterarquía, surgimiento y diferencias de escala 171
6.1.3. Enfoques diferentes para modelización de sistemas socioecológicos .. 176
6.2. Indicadores Sistemáticos 187
6.2.1. Formación organizada a través de la educación juvenil 187
6.2.2. Indicadores para un desarrollo sostenible 189
6.2.3. Indicadores para escenarios de producción socio-ecológica 190
6.2.4. Producción socio-orgánica 190
6.2.5. Resiliencia 191
6.2.6. Sobre los indicadores 192
6.2.7. ¿Quién puede beneficiarse del uso de los indicadores? 194
6.2.8. Los veinte juegos de herramientas 197
6.2.9. La educación como el factor que todo lo abarca 202
REFERENCIAS 203
PREGUNTAS 205
CAPITULO 7 209
INFORMES DE CASOS DE ESTUDIO 209
7.1. Turquía 209
7.2. Bulgaria 213
7.3. Alemania 214
7.4. España 218
7.5. Italia 222
ANEXO: RESPUESTAS 225

INTRODUCCION

Marco teórico de la ecoalfabetización

Matteo MASCIA[1]

La reflexión sobre la alfabetización ecológica entró en el debate internacional a principios del decenio de 1990 y formó parte de la tendencia más amplia del surgimiento progresivo del pensamiento sobre la sostenibilidad introducido en el decenio anterior bajo los auspicios de las Naciones Unidas, que en 1983 establecieron la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD) (también conocida como la Comisión Brundtland por el nombre de su presidente) con el cometido de buscar respuestas a la interdependencia ecológica negativa creciente que representan las crisis ambientales a nivel mundial, regional y local: Efecto invernadero, agotamiento de la capa de ozono, lluvia ácida, pérdida de la biodiversidad, erosión del suelo, desertificación, deforestación, contaminación del mar, contaminación urbana, eliminación de desechos, etc.

Las conclusiones de la CMED publicadas en 1987 con el informe titulado Nuestro Futuro Común (CMED 1987), plantean que la atención del mundo entero se centre en el concepto de desarrollo sostenible como un enfoque estratégico y universal para reconciliar tres dimensiones fundamentales del progreso humano que durante demasiado tiempo se han considerado separadas y autónomas, si no conflictivas: la dimensión económica, como la capacidad de garantizar los ingresos, los beneficios y el trabajo; la dimensión social, como la capacidad de eliminar las desigualdades, promover la cohesión social y mejorar la calidad de vida; la dimensión ambiental, como la capacidad de mantener la calidad y la perpetuidad de los recursos naturales, para enriquecer y mejorar el patrimonio histórico, artístico y cultural.

El informe "Nuestro futuro común" es la base del Programa 21 aprobado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en 1992, y en su capítulo 36 dedicado a la educación reconsiderada dentro de la visión del desarrollo sostenible (UNESCO, 1992). Tras la adopción del Programa 21 por las principales organizaciones internacionales y nacionales, la UNESCO cambió entonces su programa de educación ambiental (1975-1995) por el de "Educación para el Desarrollo Sostenible" (UNESCO, 1997). Como el concepto de desarrollo sostenible influyó y modificó el proceso de educación ambiental, el propio desarrollo sostenible se concibió como un campo educativo (por ejemplo, la Educación para el

[1] Director de Derechos Humanos - Asociación de Desarrollo Humano; Coordinador de Proyectos Éticos y Ambientales - Fondazione Lanza

Desarrollo Sostenible, EDS) (Bonnett, 2002; Gonzalez-Gaudiano, 2005; Stevenson, 2006). (este texto está tomado de la introducción hecha por Anna y su equipo).

Sin embargo, como siempre ocurre cuando se definen nuevas ideas y enfoques que afectan a la política y la sociedad, las cuestiones de la sostenibilidad y la ecología tienen sus raíces en un período anterior. Fue durante los decenios de 1960 y 1970 cuando empezaron a surgir nuevas corrientes culturales que trajeron consigo un proyecto de transformación de la sociedad industrial que prestaba mayor atención a la promoción de los derechos humanos, la justicia social y económica y el respeto de la naturaleza (Mascia, 2014).

Estos son los años en los que se desarrolla una fuerte interacción entre el ambientalismo científico, los organismos internacionales intergubernamentales y las asociaciones políticas no gubernamentales caracterizada por la publicación de algunos análisis científicos (Club de Roma, World Order Models Project, World Wacht Institute, ...) que inician el debate sobre la crisis de la sociedad industrial y sobre la intensificación y diversificación de la acción de los organismos internacionales.

En 1972 se publicó el famoso informe del Club de Roma Los límites del desarrollo (Meadows, 1972), que lanzó un mensaje claro y en cierto modo dramático a la comunidad internacional sobre la insostenibilidad de los ritmos de crecimiento y consumo de recursos de las sociedades humanas. Ese mismo año se celebró en Estocolmo la Conferencia Internacional sobre el Medio Ambiente de la Humanidad, que atrajo la atención del mundo entero sobre la situación ecológica del planeta, dando lugar al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), que se convertirá en la verdadera fuerza motriz de las actividades ambientales de las Naciones Unidas en los años venideros.

En el campo científico, la literatura se enriquece mediante la reinterpretación de la realidad a la luz del enfoque sistémico. El concepto de entropía es retomado y reevaluado porque contiene en sí mismo el concepto de degradación, la imposibilidad de reutilización de un recurso y la muerte por degradación: sobre la base del segundo principio de la termodinámica se comienza a reexaminar la economía, la relación entre los sistemas ecológicos y el desarrollo económico, la tecnología con rendimiento de segundo orden (Georgescu-Roegen 1971, Odun, 1970). El pensamiento de la complejidad se toma como una orientación positiva de la investigación en el estudio de las cuestiones ambientales porque parece responder mejor a la necesidad de un enfoque interdisciplinario que caracteriza a este tipo de investigación. El pensamiento de la complejidad nos invita a pensar en términos de apertura, de copresencia de fenómenos incluso opuestos y de correlación entre ellos, dentro de una organización global de la realidad natural que nunca es totalmente reducible a teorías y principios cognitivos, sino que siempre mantiene un margen de indeterminación e incertidumbre.

En las ciencias médicas se afirma un concepto positivo de la salud - anclado en el bienestar del ser humano en sus múltiples aspectos - físico, mental, espiritual, relaciones sociales - según el cual los factores que determinan la mejora del estado de salud de la población, no derivan exclusivamente del progreso de la atención médica, sino principalmente de un desarrollo cultural, social, económico, nutricional cualificado en un contexto ambiental sano y ecológicamente equilibrado (Lalonde, 1974).

En las ciencias sociales existe un enfoque destinado a prefigurar el nacimiento de una nueva sociedad, definida como postindustrial, posmoderna o de la información, como consecuencia de los cambios que afectan a todos los ámbitos de la vida y en la que las cuestiones sociales adquieren cada vez más importancia (Touraine, 1970).

En el ámbito pedagógico, en 1969 la expresión educación ambiental fue introducida por primera vez por la Escuela de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SNRE) de la Universidad de Michigan y en 1977 se celebró la "Primera Conferencia Intergubernamental Mundial sobre Educación Ambiental" en Tbilisi, Georgia (URSS). En la declaración final se afirma que el principal objetivo de la educación ambiental es "hacer que los individuos y la comunidad conozcan la complejidad del medio ambiente, tanto natural como creado por el hombre, debido a la interactividad de sus aspectos biológicos, físicos, sociales, económicos y culturales... para que adquieran los conocimientos, valores, conductas y aptitudes prácticas necesarias para participar de manera responsable y eficaz en la prevención, la solución de problemas ambientales y la gestión de la calidad del medio ambiente" (Declaración de Tiblissi).

Incluso la reflexión ético-filosófica, partiendo de los valores fundamentales y últimos en los que se basan todas las acciones de la humanidad, cuestiona cada vez con más vigor la visión antropocéntrica de la vida en busca de una relación más profunda y correcta entre el hombre y la totalidad de la creación. A lo largo del tiempo, como consecuencia directa de la evolución sociocultural y ambiental de nuestra era cultural, otros puntos de vista que buscan la superación de la contradicción hombre-naturaleza se han superpuesto a la visión filosófica occidental del hombre como gobernante de la naturaleza, propia del modelo de producción industrialista basado en la ideología del crecimiento ilimitado y el uso intensivo de la energía. En esta dirección, el paradigma del pensamiento complejo representa una contribución científica para tratar de ir más allá de la alternativa entre antropocentrismo y biocentrismo, ya que el hombre y el medio ambiente forman un sistema de relaciones de alta intensidad. Todo ser humano no sólo se beneficia de la naturaleza, sino que es parte integrante de ella y pertenece de hecho y de derecho al mundo natural. El pensamiento complejo nos insta a considerar la unidad de la persona con el medio ambiente sin perder de vista su irreductible diversidad y especificidad (Mascia, 2014).

Este nuevo clima cultural y científico caracterizado por la crítica al modelo de desarrollo dominante es también, y no de forma secundaria, el resultado de la creciente preocupación por el deterioro del medio ambiente salvaje. En el decenio de 1960, y más aún en el decenio siguiente, debido a los numerosos ensayos nucleares y al uso imprudente de plaguicidas (DDT), se empieza a percibir que los efectos de la liberación de sustancias radiactivas y de síntesis químicas en el medio ambiente tienen una repercusión mundial que no puede limitarse a las zonas vecinas afectadas. La metabolización de estas nuevas sustancias en las plantas, su absorción a través de los acuíferos de los ríos y los mares, su entrada en la cadena alimentaria para llegar a los hogares humanos en concentraciones cada vez mayores, demuestra que toda acción sobre el medio ambiente natural da lugar a una respuesta no lineal y no local y desencadena una vía imprevista y difícil de predecir. Comenzamos a comprender la existencia de la interdependencia ecológica: la tierra es una "única global" constituida por la continua interacción entre los seres vivos y el medio ambiente físico. La vida de cada organismo

forma parte de un proceso a gran escala que implica el metabolismo de todo el planeta (Commoner, 1972).

La creciente conciencia de que los seres humanos no son independientes de la naturaleza, sino que forman parte de ella - cada persona es, como dice Morin, "100% cultura y 100% naturaleza" (Morin, 1990) - obliga a las comunidades humanas en sus acciones a desarrollar nuevos conocimientos que puedan hacer que el entorno humano sea compatible con el medio ambiente natural y la evolución cultural con la evolución natural.

En este sentido, durante los años noventa y el primer decenio del siglo XXI, se ha producido una aceleración de la investigación, el análisis y la reflexión en la dirección de una comprensión de la sostenibilidad mediante una capacidad cada vez más precisa de reunir y procesar una cantidad creciente de datos ambientales, así como una lectura cada vez más precisa de las interrelaciones entre los sistemas naturales y sociales. Es en este período cuando se empieza a hablar de la ciencia de la sostenibilidad como una evolución natural del pensamiento de la complejidad, y que es definida por el geólogo Paul H. Reitan como "la integración y aplicación de los conocimientos del sistema terrestre, obtenidos especialmente de las ciencias holísticas e históricas (como la geología, la ecología, la climatología, la oceanografía), armonizados con el conocimiento de las interrelaciones humanas derivadas de las humanidades y las ciencias sociales, con el fin de evaluar, mitigar y reducir al mínimo las consecuencias, tanto a nivel regional como mundial, de los impactos humanos en el sistema planetario y las sociedades" (Retain 2005).

El principal lugar de elaboración de este nuevo paradigma científico está representado por la interacción entre los cuatro principales programas internacionales de investigación sobre el cambio mundial: el Programa Internacional Geosfera-Biosfera (IGBP), el Programa Internacional de Dimensiones Humanas del Cambio Ambiental Mundial (IHDP), el Programa Mundial de Investigaciones Climáticas (PMIC), el Programa Mundial de Ciencia de la Biodiversidad (Diversitas). Las Naciones Unidas se han basado en esta coordinación científica internacional para llevar a cabo la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005) , que representa el informe mundial más autorizado y completo sobre el estado de los ecosistemas de nuestro planeta. Entre otras cosas, este informe introduce el concepto de los llamados Servicios Ecosistémicos, que reconoce el papel fundamental que los procesos naturales (ciclo del agua, regulación del clima, fotosíntesis, ...) juegan en la promoción del bienestar y la calidad de vida de las personas y las comunidades.

Otros equipos internacionales de investigación forman parte del Grupo Internacional de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), que supervisa y valida las investigaciones científicas sobre el cambio climático y el calentamiento global, y en Europa la Agencia Europea del Medio Ambiente, que ha publicado recientemente una nueva evaluación del estado del medio ambiente a nivel continental.

En la misma dirección van los estudios sobre la huella ecológica de la Red Mundial de la Huella Ecológica y las "fronteras planetarias" del Centro de Resistencia de Estocolmo. La última de 2009 analiza el impacto de las pautas de producción y consumo mundiales en el sistema global de la Tierra, dividido en 9 subsistemas (cambio climático, integridad de la biosfera, cambio en el ciclo biogeoquímico del nitrógeno y el fósforo, acidificación de los océanos, consumo de suelo y agua, agotamiento de la capa de ozono,

difusión de aerosoles en la atmósfera y contaminación química) que representan las fronteras que deben respetarse para mantener la calidad de vida de las personas de hoy y de mañana dentro de un "espacio operativo seguro para la humanidad". En el caso de cuatro de estos subsistemas -cambio climático, integridad de la biosfera, ciclo del nitrógeno, utilización de la tierra- el espacio operativo seguro ya se habría cruzado con el riesgo de causar cambios irreversibles en el ecosistema de la Tierra cuyas consecuencias para los sistemas biofísicos y sociales son todavía inciertas.

El nacimiento de una ciencia de la sostenibilidad ha acompañado y estimulado la progresiva toma de conciencia política, económica y cultural de la necesidad de promover un enfoque integrado de las diferentes dimensiones -económicas, sociales y ambientales- que determinan la evolución y el progreso de las sociedades. La investigación científica y tecnológica ha permitido desarrollar instrumentos capaces de comprender con cada vez mayor precisión tanto los niveles de impacto ambiental como las acciones necesarias para reducir el desgaste de la naturaleza por parte de las sociedades humanas. Se hace referencia a los indicadores ambientales y, en particular, a la huella ecológica que calcula el peso de una comunidad en términos de territorio biológicamente productivo. Otros ejemplos son el desarrollo de herramientas para la ecoeficiencia y la medición del desgaste de la naturaleza por parte de la industria, el desarrollo de sistemas de contabilidad ambiental para instituciones y organizaciones en el sentido más amplio, medidas para el progreso de la sociedad y la superación del PIB como único instrumento de lectura de la riqueza de un país y una comunidad (Comisión Stiglitz, Sen, Fitoussi sobre la Medición del Desarrollo Económico y El Progreso Social.

El hito más importante hoy es la Agenda 2030 aprobada por las Naciones Unidas en septiembre de 2015, que hace de la sostenibilidad el paradigma de referencia para las personas y el Planeta para el siglo XXI, reconociendo que para hacer frente a los graves problemas actuales (no sólo ambientales) y tomar un camino ejemplar hacia una prosperidad renovada, es necesario repensar en profundidad la relación con el medio ambiente natural y sus recursos, de los que depende todo el conjunto de derechos humanos tanto intrageneracionales como intergeneracionales (Jackson 2015, Sachs, 2015).

El Programa 2030 contiene 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (SDG) que deberán alcanzarse para 2030, desglosados en cinco dimensiones principales: personas y comunidades, medio ambiente y recursos naturales, bienestar y calidad social, paz y seguridad, asociación y solidaridad mundial. Estas, interconectadas e indivisibles, están orientadas a la promoción de la dignidad del ser humano como derecho fundamental y universal, que compromete a todos los segmentos de la sociedad a su pleno cumplimiento, dentro de una relación más equilibrada con el medio ambiente natural. Los SDG están asociados a 169 objetivos, que por un lado especifican el contenido de cada uno de ellos y por otro representan una especie de guía operativa para el desarrollo y la definición de políticas y estrategias a nivel nacional e internacional.

Entre las características que hacen de la Agenda 2030 un documento innovador se encuentran: su universalidad porque la búsqueda de la sostenibilidad concierne a todos los países, tanto del Norte como del Sur; la búsqueda de soluciones que tengan en cuenta las características territoriales, económicas y culturales de cada país, que deben lograrse mediante un amplio proceso de participación de los interesados locales; la visión

integrada de los problemas y las soluciones que deben activarse para lograr el desarrollo sostenible (Giovannini 2018).

En estas pocas páginas hemos tratado de describir, de manera sintética y por cierto no exhaustiva, el contexto sociocultural en el que la reflexión sobre la alfabetización ecológica introducida durante los años 90 del siglo pasado por D.W. Orr y F. Capra, como contribución para enfrentar el gran desafío de "construir y cultivar comunidades sostenibles" que necesita crear una competencia generalizada de que en la Casa Común de la Tierra todo está conectado, todo está relacionado, todo está vinculado la misma investigación del bien común viene a asumir un nuevo horizonte íntimamente relacionado con la necesidad de redefinir profundamente las relaciones entre los seres humanos y el medio ambiente natural y al mismo tiempo las relaciones de solidaridad entre las personas y las comunidades (Mascia, 2019).

REFERENCIAS

Bologna, G. (2008). Manuale della sostenibilità. Idee, concetti, nuove discipline capaci di futuro, Edizioni Ambiente, II Ediz.

Capra, F. (1999). Ecoliteracy: The challenge for education in the next century, Berkeley, CA: Center for Ecoliteracy.

Commoner, B. (1971). Closing Circle, The: Nature, Man, and Technology, Garzanti, Milano Random House Inc, New York.

Georgescu-Roegen, N. (1971). The Entropy Law and the Economic Process, Harvard University Press.

Giovannini. E. (2018). L'utopia sostenibile, Laterza, Bari-Roma.

Holy Father Francesco (2015). Encyclical Letter Laudato si' on care for our common home, Vatican http://www.vatican.va/content/francesco/en/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si.html

Jackson. T. (2015), Prosperità senza crescita, Ed. Ambiente 2014.

Lalonde Report (1974).

Mascia, M. (2014). Sustainable development for a capable future society. In: La Vergata A., Artigas-Menant G., Boersema J.J., (eds.), Nature, Environment and Quality of Life, Brepols Publishers, Liège.

Mascia, M. (2019). Lo spazio dell'ecologia integrale: ambiente, economia, società. In: Etica per le professioni, n. 1/2019.

Mascia, M. (a cura) (2018). L'agire ecologico. Motivazioni, politiche e pratiche per la sostenibilità. Proget edizioni, Padova.

Meadows, D.H. et al. (1972). The Limit to growth. Universe Books, New York.

Morin, E. (1990). Il pensiero ecologizzato. In: Oikos, n.1.

Odum, T.O. (1970). Environment, Power and Society. Wiley.

Poli, C., Timmerman, P. (a cura di) (1991). L'etica nelle politiche ambientali, Gregoriana/Lanza, Padova.

Reitan, P. (2005). Sustainability Science and What's Needed Beyond Science" in Sustainability: Science, Practice, Policy.

Rockström, Johan et al. (2009). Planetary Boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. In: Ecology and Society, 14 http://www.stockholmresilience.org/download/18.8615c78125078c8d3380002197/ES-2009-3180.pdf

Touraine, A. (1971). The post-industrial society. Wildwood House Ltd.

Sachs, J. (2015). L'era dello sviluppo sostenibile. Università Bocconi.

Unesco/Unep (1977). Tiblissi Declaration.

United Nation (2015). Agenda 2030 https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/

World Commission on Environment and Development (1987). Our Common Future, Oxford University Press

https://www.millenniumassessment.org

https://www.researchgate.net/publication/258260767_Report_of_the_Commission_on_the_Measurement_of_Economic_Performance_and_Social_Progress_CMEPSP

CAPITULO 1

Historia de la Contaminación Ambiental

İbrahim ÖRÜN[2] & Belda ERKMEN[2]

1. Introducción

Los efectos humanos han sido perjudiciales para el medio ambiente en todos los períodos desde el primer humano hasta el día de hoy. Se sabe que este efecto nocivo aumenta aún más con la revolución industrial. El daño causado al medio ambiente como resultado de los efectos humanos ha llegado a amenazar la vida de los seres humanos y todos los seres vivos en los últimos años. Los problemas ambientales han ido en aumento durante los últimos 50-60 años y se consideran como el tema más importante de la agenda. Desde el comienzo del siglo XXI, no sería erróneo decir que los seres humanos están afrontando problemas ambientales que no habían visto antes. La contaminación y el agotamiento de los recursos naturales de la Tierra, como el aire, el agua y el suelo, amenazan la continuidad de la vida.

A pesar de los grandes esfuerzos realizados en los últimos años para limpiar el medio ambiente, la contaminación sigue siendo un problema importante y plantea un riesgo constante para la salud. Los problemas, las emisiones industriales, el saneamiento deficiente, la gestión inadecuada de los desechos, las fuentes de agua contaminada y la exposición a la contaminación del aire en locales cerrados a causa de los combustibles de biomasa son sin duda los mayores en los países en desarrollo, donde muchas personas se ven afectadas.

La amenaza del pasado, del presente y de la posible contaminación y degradación del medio ambiente mundial es uno de los principales factores que afectan a la formación medioambiental de la sociedad. La contaminación y la degradación del medio ambiente pueden ser causadas por sustancias químicas, factores físicos o el desarrollo de organismos vivos no deseados. Contaminante es cualquier sustancia liberada en el medio ambiente como resultado de procesos naturales que tienen un impacto negativo en la actividad humana o en los organismos vivos. El deterioro del medio ambiente significa que el medio ambiente se vuelve inservible para los fines para los que fue diseñado, o que el desarrollo de los organismos vivos y las comunidades a su alrededor se ha visto perjudicado.

[2] Prof. Dr., Universidad de Aksaray, Facultad de Ciencias y Letras, Departamento de Biología, iorun@aksaray.edu.tr,
[2] Prof. Dr. Aksaray, Facultad de Ciencias y Letras, Departamento de Biología, berkmen@aksaray.edu.tr,

Figura 1. La contaminación ambiental desde el primer humano hasta hoy (URL-1)

La contaminación ambiental ha alcanzado niveles amenazantes en todo el mundo. Las emisiones de gases de efecto invernadero y su acumulación de ácidos, la contaminación del agua, la gestión de los residuos, incluida la contaminación ambiental mundial, los hábitos sociales, económicos, legislativos y del estilo de vida que ayudan a mejorar la salud, incluidos los sistemas de ingeniería ambiental, y a fortalecer los sistemas ambientales contra la contaminación se reconocen como un problema de salud pública internacional que debe ser investigado en muchos aspectos. Los contaminantes ambientales tienen diversos efectos negativos sobre la salud desde una edad temprana. Algunos de los efectos nocivos más importantes son los problemas del sistema cardiovascular, del sistema respiratorio y neurológico, la mortalidad infantil, el estrés oxidativo, las alergias y otros efectos nocivos diversos. Si bien se suelen destacar los efectos a corto plazo de los contaminantes ambientales, también hay que destacar los amplios peligros de la contaminación atmosférica desde las primeras etapas de la vida y sus posibles efectos en las enfermedades crónicas no transmisibles en la edad adulta.

1.1. Relación inicila entre Hombre-Naturaleza

La suciedad, el humo, el limo y el barro no siempre han sido una palabra inclusiva para las sustancias tóxicas y peligrosas que contaminan nuestro mundo. En 1783, el Dr. Johnson describió la contaminación como "el acto de profanar" o "lo contrario de la consagración". Según Johnson, el verbo significaba "ensuciar en el sentido religioso" o "manchar con la culpa" (Markham, 2019). El uso actual de la palabra contaminación se convirtió en válido en el siglo XIX. En 1972, el biólogo británico Kenneth Mellanby describió la contaminación como "la presencia de sustancias tóxicas introducidas en el medio ambiente por los seres humanos" (Mellanby, 1972), pero también podía significar "la degradación de los regímenes naturales del suelo y el agua por desplazamiento o movilización naturaI".

La contaminación es más antigua que la civilización y ha sido un problema desde que aparecieron nuestros primeros antepasados. La mezcla de residuos físicos y químicos resultantes de la actividad humana en el agua, el suelo y el aire ha continuado desde que nuestra especie existió en la tierra. Las primeras enfermedades fueron indudablemente causadas por lo que hoy llamamos contaminación. La primera forma de contaminación puede haber sido causada por la acción de la defecación. La presencia de bacterias intestinales humanas, como la Escherichia coli, en el agua potable fue un indicador de la contaminación del agua y una fuente de enfermedades para el hombre prehistórico como lo es hoy en día. En China, donde se desarrolló un sistema integral de eliminación de residuos, incluso en la antigüedad, el uso de las heces humanas como fertilizante fue un elemento importante de la agricultura incluso hace miles de años. Por esta razón, la contaminación ha sido una parte integral de la medicina y la salud desde tiempos prehistóricos. Con el descubrimiento del fuego, la humanidad creó la primera fuente de contaminación atmosférica significativa y el humo sigue siendo un problema importante en el mundo moderno. La quema de combustibles para la calefacción y la cocina contribuyó a la contaminación del aire interior. Se sabe que las paredes de las cuevas, que eran el espacio vital de los primeros pueblos, están cubiertas de gruesas capas de hollín. La presencia de humo en el espacio cerrado dificultaba la respiración e irritaba los ojos. En el Paleolítico, los cuerpos momificados tienen una sombra negra en la mayoría (aunque son pocos) de los pulmones. El humo no se eliminaba en los primeros asentamientos (una de las razones puede ser la protección contra los mosquitos) y las personas que vivían en esos interiores estaban expuestas a demasiado humo (McNeill, 2001). Es probable que las personas de la antigüedad estuvieran constantemente expuestas al humo, lo que sugiere que se enfrentan a la sinusitis y la antracosis pulmonar.

Figure 2. Relación Hombre-Naturaleza (URL-2)

La contaminación por polvo también tiene orígenes tempranos. Janssen argumentó que los canteros de piedra caliza de Europa Central sufrían de silicosis debido a la talla de piedra de sílex de la cantera de piedra caliza como las de Obourg (Janssens, 1970). A veces la exposición a los contaminantes ha afectado el curso de la historia. En el reciente

análisis del homínido de Broken Hill, de 200.000 años de antigüedad, en Zambia, se encontraron pruebas de envenenamiento por plomo debido al mineral situado bajo el suministro de agua del hábitat de la cueva (Hammond, 1994). La transición de los sistemas de cría de animales cazadores-recolectores a los nómadas y, en última instancia, a la agricultura asentada en el período neolítico, fue uno de los cambios más fundamentales de la historia de la humanidad (Ponting, 1991). La transición a la agricultura sedentaria ha llevado al desarrollo del concepto de propiedad y al aumento de la producción de alimentos. El excedente de alimentos ha llevado al desarrollo de no agricultores en la comunidad, incluyendo el sacerdocio, el ejército y los artesanos. La recolección y distribución de alimentos fue la base del poder y el desarrollo. La capacidad de producir más en una zona más pequeña fue la base del crecimiento de la población (Markham, 2019).

La agricultura condujo al crecimiento de las sociedades, primero en pequeñas aldeas, luego en pueblos y finalmente en ciudades y ciudades-estado. Aunque Jericó era una pequeña ciudad en el 6500 AC, la ciudad templo de Mesopotamia, Uruk, tenía una población de 50.000 habitantes en el 3000 AC. Si hacemos una comparación moderna, la población de Toulouse en Francia era de sólo 55.000 habitantes en 1789, aproximadamente 5000 años después (Braudel, 1989). Sin embargo, el desarrollo de pueblos y ciudades significó el comienzo de la era de la contaminación (Markham, 2019).

Las actividades nocivas de las civilizaciones antiguas han causado cambios a largo plazo en el medio ambiente que pueden verse incluso hoy en día. Sin embargo, esos efectos se produjeron sólo en la región afectada sin causar ningún cambio global. Entre los años 3500 y 1800 a.C., las características del suelo cambiaron debido a las inundaciones de los ríos Tigris y Éufrates. Como resultado, la productividad de la agricultura sumeria disminuyó gradualmente. El agua utilizada para el riego eleva los niveles de las aguas subterráneas. Si no se descarga el exceso de agua, el suelo se satura de agua en exceso. Como resultado, las sales se disuelven y precipitan como una capa impermeable en la superficie. La zona agrícola se vuelve inadecuada para la producción con la pérdida de suelos como resultado de un riego excesivo. Esto contribuyó en gran medida al debilitamiento de la civilización sumeria (Markham, 1994; Mészáros, 2002). Esta situación, que provoca el debilitamiento y la desaparición de la civilización sumeria, se define como salinización y todavía se puede observar hoy en día. Los sumerios, que inventaron la escritura, registraron este incidente como "el mundo se volvió blanco" (Ponting, 1991). Las leyes de Hammurabi (siglo XXIII a.C.), una de las primeras leyes, están relacionadas en su mayoría con el agua (Driver & Miles, 1952). Alrededor del año 200 d.C., los problemas de contaminación se explican en las fuentes hebreas de la Mishná y del Talmud de Jerusalén y Babilonia (Mamane, 1987).

El primer sistema de alcantarillado fue la Cloaca Maxima romana, que fue construida durante la dinastía etrusca de Tarquins en el siglo VI a.C. El primer propósito de esta enorme construcción fue evacuar el humedal entre las colinas Palatinas y Capitolinas. Con el tiempo, condujo al establecimiento del Foro Romano, que se convirtió en el centro de la República y más tarde del Imperio. Como pioneros hidráulicos del mundo antiguo, los romanos construyeron una cloaca o red de alcantarillado que conducía el agua de la ciudad, así como un laberinto de acueductos. A pesar del predominio de los romanos, el acceso público al saneamiento y al agua potable no se convirtió en una prioridad para la mayoría de los países hasta el siglo XIX. La razón principal de la

eliminación de los desechos orgánicos y las aguas residuales era el problema de los olores, el deseo de tener agua potable limpia y la aversión a caminar por calles fangosas y sucias. El vínculo directo de los organismos portadores de enfermedades con la contaminación del agua no se demostró hasta la segunda mitad del siglo XIX, cuando los teóricos de los microbios finalmente probaron su caso contra los miasmáticos (Markham, 2019).

Las ciudades y pueblos europeos medievales no parecían oler muy bien. Los cerdos eran la forma más práctica de limpiar los residuos, y lo que no comían se esperaba que fuera limpiado por las lluvias. Se realizaron arreglos básicos para la eliminación en muchos pueblos y ciudades. A menudo se utilizaban equipos de " Remolcadores" o "Carroñeros" para sacar la basura de la ciudad. Sin embargo, los progresos en la gestión del agua del Imperio Romano fueron en gran parte olvidados. No obstante, las administraciones municipales sometidas a presión, trataban de resolver los problemas de contaminación del agua a principios del siglo XIV. Las aguas residuales y las fosas sépticas se estaban desarrollando, pero su eficacia era sospechosa. Las fosas sépticas olían, se desbordaban y tendían a filtrarse a los pozos. Las alcantarillas se descargaban generalmente sólo en el río o arroyo más cercano en cualquier caso (Markham, 2019).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el aumento de la salinidad es una de las formas más importantes y más comunes de contaminación de las aguas subterráneas, incluso hoy en día. La salinidad afecta gravemente al 7% de las tierras de regadío del mundo, especialmente en la India (24% de la superficie total de regadío), los Estados Unidos, Pakistán, Irán, Iraq y Egipto (Meybeck, Chapman y Helmer, 1990). Por lo tanto, la contaminación puede pasar directamente de la antigua Sumeria al moderno Oriente Medio.

Figura 3. Contaminación y falta de agua (URL-3)

La investigación muestra que la contaminación del aire tuvo resultados significativos sólo en las ciudades en la antigüedad. El aire de estas primeras ciudades estaba lleno de olor a desechos orgánicos domésticos en descomposición, carne en descomposición, así como de excrementos humanos, como en algunos nuevos asentamientos. Durante un asedio, las condiciones insoportables imperaban en estos

asentamientos, ya que estos residuos, que emiten olores desagradables, no podían ser eliminados. Según los registros históricos egipcios, Hermópolis, entre Teba y Menfis, en la orilla izquierda del Nilo, estaba rodeada por tropas nubias. Los residentes, que no podían soportar el olor del aire de la ciudad formado durante el asedio, se rindieron (Brimblecombe, 1995). La contaminación causada por olores desagradables era muy importante en las ciudades antiguas. Aristóteles (384-322 a.C.), en su obra Athenaion Politeia, puso una ley sobre el tema. En consecuencia, el estiércol debía ser trasladado fuera de la ciudad y colocado lejos de las murallas (Mészáros, 2001). También, en la antigüedad, el mármol manchado de humo daba un tono grisáceo a las ciudades antiguas. El humo y el hollín representaban los problemas más importantes de la contaminación del aire.

Hay varios ejemplos de contaminación ambiental en China. Antes del período Tang (618-907), se quemaban abetos en las montañas Shantung. Durante el período Tang, las laderas de las montañas Taihang de las provincias de Shansi y Hopei se volvieron estériles (Schäfer, 1962). Del mismo modo, los bosques alrededor de la capital Loyang fueron talados y destruidos durante la dinastía Tang. Los troncos de los árboles se utilizaban principalmente como leña y la obtención de tinta para las oficinas gubernamentales que se quemaban parcialmente (Epstein, 1992).

Figura 4. Agricultura del período Tang en China (URL-4)

La contaminación atmosférica urbana depende del tamaño del asentamiento en cuestión, la zona del asentamiento y la naturaleza de la actividad industrial, especialmente el uso de combustibles convencionales. A medida que la urbanización progresaba en China, la cuenca del Mediterráneo y el noroeste de África desde el año 1000 d.C., cada vez más gente empezó a vivir en un entorno lleno de humo y hollín. El filósofo y físico Maimónides (1135-1204), que tenía una amplia experiencia en ciudades de ese período, afirma que el aire urbano era " irrespirable, con humo, sucio, oscuro y con hollín" desde Córdoba a El Cairo (Turco, 1997).

Por otra parte, las dificultades de tráfico y transporte han limitado la tasa de contaminación del aire en las ciudades. Las actividades industriales que más energía

consumen (por ejemplo, la producción de azulejos, vidrio, cerámica, ladrillos y hierro fundido) estaban situadas cerca de los bosques porque era muy caro transportar grandes cantidades de combustible a las ciudades. De esta manera, aunque los contaminantes industriales del aire apestan el aire, sólo unas pocas personas de esa zona respiraban ese aire. Las ciudades portuarias eran la excepción a esta contaminación. Debido a que los barcos habían transportado madera y carbón vegetal de manera más económica. Así, Venecia proporcionaba suministro de energía transportando madera desde lugares distantes y protegía la industria del vidrio. Sin embargo, la mayor parte de la contaminación atmosférica urbana era causada por combustibles domésticos como el estiércol o la madera y, a veces, el carbón vegetal inocuo (McNeill, 2001). El aire de las ciudades chinas también estaba extremadamente sucio. Debido a que el avanzado sistema de transporte fluvial (el Gran Canal) en la capital de Kaifeng utilizaba una gran cantidad de combustible. Esta ciudad, situada a 500 km al sur de Beijing, fue probablemente la primera ciudad en transformar el suministro de energía en el mundo de la madera al carbón. Esta transición ocurrió a finales del siglo XI, cuando la ciudad tenía una población de alrededor de un millón de habitantes. Sin embargo, la calefacción de carbón continuó. En 1126, Kaifeng fue destruida por la invasión mongola, y los que permanecieron en la ciudad murieron a causa de la peste a principios del siglo XIII (Hartwell, 2008). La polución frente a sus casas en el Reino Unido ha sido un problema tan grande que en 1345, aquellos que lo hacían comenzaron a ser multados. Además, en el siglo XII, se ordenó la eliminación de los residuos de las calles en Francia. Sin embargo, la eliminación de residuos de las calles a los arroyos también contaminó los recursos de agua potable.

A pesar de estas adversidades, se han tomado algunas precauciones en cada período. Durante el imperio romano, hubo intentos de suministrar agua a Roma. Además, la contaminación del aire no estaba permitida por ley (Makra & Brimblecombe, 2004). Además, se impusieron multas a quienes causaban polución en Londres. La declaración de 1306 sobre la contaminación atmosférica por carbón amenazó con pagar un "rescate cuantioso" a los infractores (Brimblecombe, 2011).

1.2. Renacimiento

La influencia de la Iglesia Católica en la cultura europea de la Europa medieval es un hecho innegable. Las iglesias han sido influyentes en muchas áreas como la cultura, la ciencia, la política, la economía y la vida privada. Los períodos posteriores a la Edad Media se conocen como períodos de Renacimiento y de reforma. Estos períodos se conocen como el período en el que se experimentan cambios culturales, especialmente en la Iglesia. El Renacimiento se conoce en parte como la reintroducción del pensamiento griego y romano en el campo intelectual. A pesar de la iluminación y el desarrollo durante este período, el mundo medieval tenía más conciencia de salubridad que la civilización del renacimiento posterior. Sin embargo, esta conciencia de salubridad no fue suficiente para evitar que Europa sucumbiera a la peste (Ziegler, 2013). La epidemia de peste de 1347 fue una enfermedad causada por una bacteria transportada por las pulgas y propagada por las ratas. Esta enfermedad surgió tras la muerte y la inanición generalizadas debido a la escasez de tierras agrícolas y al aumento de la población, así como al clima extremadamente frío y a las altas precipitaciones. Esta bacteria, propagada por las ratas, probablemente provenía de las ratas de los barcos de las cruzadas que

regresaban del Medio Oriente. Estas ratas se desarrollaron en las condiciones de hacinamiento e insalubridad de Europa. El flujo incontrolado de aguas residuales que fluye por las calles y los ríos de la mayoría de las ciudades europeas, y la población afectada por la hambruna proporcionaron las condiciones ideales para la epidemia. Se afirma que la pandemia, cuya propagación no pudo ser controlada, causó la muerte de un tercio de la población de Europa en pocos años. La deforestación de los bosques británicos en los siglos XV y XVI aumentó el costo de la utilización de la madera como combustible, lo que dio lugar a un mayor uso del carbón para la calefacción doméstica. Aunque las prácticas ilegales para quemar carbón y contaminar el aire fueron muy frecuentes, la contaminación atmosférica por carbón en este período figura en muchas fuentes. En algunas fuentes se dice que Londres quedaba envuelta por la nube marina de carbón. Además, incluso durante el período del renacimiento, la falta de alcantarillado y el insoportable olor a contaminación urbana de los desperdicios arrojados a las calles se extendió por toda Europa durante siglos. Además, todo tipo de material de desecho fluía a cielo abierto desde las canales antes de llegar a las cloacas. La concentración atmosférica de plomo, que era muy alta durante el Imperio Romano, descendió a su nivel del pasado tras el colapso del imperio. Sin embargo, comenzó a aumentar de nuevo en la Edad Media y el Renacimiento y alcanzó el nivel de concentración establecido durante el Imperio Romano (Boutron, 1995). El aumento continuó después de la revolución industrial.

Figura 5. Pandemia de peste de Europa (URL-5)

La primera ley conocida sobre contaminación ambiental fue aprobada por el Parlamento Británico en 1388. Según esta ley, la basura y los residuos no serían arrojados a los ríos, arroyos y calles. Como resultado de la polución causada por las personas a la naturaleza por sus propias manos, el daño causado alcanzó una dimensión insostenible, es la primera ley que crearon con la convicción de que se protegerían a sí mismos con esta ley estatal.

1.3. Revolución Industrial

La Revolución Industrial del siglo XIX tuvo el mayor impacto como culminación de la contaminación ambiental. Pero es un gran error asumir que la contaminación ambiental comenzó en esta fecha. La contaminación ambiental ha existido desde la antigüedad. Sin embargo, el desarrollo de la ciencia ambiental y una seria conciencia ecológica es nueva. La destrucción de los bosques convirtiéndolos en zonas agrícolas y asentamientos es un ejemplo del daño que los seres humanos han causado al medio ambiente a lo largo de los tiempos. Los incendios forestales y la quema de madera en zonas cerradas son las principales causas de enfermedades como la sinusitis y la antracosis (ennegrecimiento de los pulmones) que la gente contrae con frecuencia con anterioridad.

El escenario que apareció con la industrialización del siglo XIX es terrible. Las instalaciones en todas las áreas industriales han contaminado la tierra, el agua y el aire. Las novelas y escritos de esos tiempos son las pruebas más conocidas de la contaminación de Londres en los libros. En 1930, 63 personas murieron por la contaminación del aire en el Valle de Mosa, Bélgica. En 1952, el desastre de Londres fue mucho mayor. Más de 4000 personas murieron por dificultades respiratorias como resultado de la destrucción de la naturaleza por el hombre. "La contaminación del aire por humo y otros vapores nocivos se debe enteramente a causas evitables bajo control humano" dice Richard Fitter en 1945.

Figura 6. La revolución industrial con la contaminación ambiental (URL-6)

Los efectos de la producción y el consumo en el medio ambiente también han cambiado con la revolución industrial y los cambios de hábitos. Aunque las fábricas existentes pueden producir a gran escala, también tienen una gran participación en la contaminación del medio ambiente al producir residuos al mismo ritmo. Por ejemplo, las

aguas residuales generadas en los procesos de producción se han vertido directamente sin ser depuradas, han causado contaminación de lagos y ríos, y han provocado efectos negativos en los organismos de estos hábitat. Asimismo, los lixiviados que se forman durante el almacenamiento de los desechos sólidos de las fábricas en las zonas de almacenamiento contaminan primero el suelo y luego las aguas subterráneas. Algunos de los factores más importantes en este sentido son el rápido aumento de las materias primas y productos sintéticos con los avances de la petroquímica, la diversidad de materiales utilizados en el proceso de producción y sus productos, y tienen características muy diferentes a las que se observan en los procesos de producción convencionales (no saber cómo se comportaran la naturaleza y como desaparecerán).

La contaminación es causada tanto por las instalaciones de producción como por los residuos de los consumidores finales, por lo que los contaminantes penetran ahora en una geografía mucho más amplia que antes. De manera similar, ciertos gases contaminantes que se formaron en los procesos de producción industrial produjeron lluvia ácida y se han convertido en un problema importante en los países del norte de Europa desde hace tiempo. Otros tipos de gases han causado el debilitamiento o el deterioro de la capa de ozono, haciendo que los rayos solares nocivos entren en zonas habitadas. También causan un aumento de las tasas de cáncer de la población. La bomba atómica utilizada durante la Segunda Guerra Mundial y la contaminación radiactiva experimentada después del desastre de Chernóbil muestran lo grandes que pueden ser los efectos. Estos y muchos otros ejemplos son evidencias que muestran cómo el mundo industrializado puede causar problemas ambientales, ecológicos y de vida si no se toman las medidas de prevención necesarias.

Uno de los factores añadidos a los cambios negativos provocados por el mundo industrializado y los hábitos de consumo en rápido ascenso es la cuestión del cambio climático mundial, que comenzó a manifestarse en el siglo XX y que últimamente está cada vez más presente en la agenda. Los informes preparados por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) también muestran que la escasez de agua, sequías, fluctuaciones de temperatura, inundaciones e incendios en el mundo tienen repercusiones en el cambio climático (ipcc., 2012). Estos efectos tienen graves consecuencias tanto a nivel individual como a nivel de cada país y territorio. Esta situación ha dado lugar a la aparición de conceptos como el clima, el agua, los alimentos y la seguridad energética (Tuğaç, 2014). Entre estos conceptos, el cambio climático se define como los cambios que se producen durante una década o más del estado promedio y/o la variabilidad del clima. El calentamiento global se enfrenta ahora a nosotros como un cambio climático. Esto se debe al uso excesivo e inconsciente de los recursos. Estos efectos del cambio climático provocan precipitaciones en invierno, precipitaciones repentinas en verano y que la temperatura estacional esté por encima o por debajo de la media (Sandalcı y Yüksel, 2011).

Figura 7. Cambio climático global (URL-7)

Además, la pandemia del coronavirus (COVID-19), de gran impacto en todo el mundo en los últimos días, muestra que dañar el hábitat de los animales salvajes perjudica principalmente no sólo a esas criaturas sino también a los humanos. Determinados microorganismos que no les afectan pueden causar enfermedades y epidemias en los seres humanos. Debemos respetar el medio ambiente, el entorno natural, la vida y el hábitat de las criaturas vivas. Además, la higiene personal, la salud pública y la salud ambiental son muy importantes porque una epidemia de enfermedades que ocurra en cualquier parte del mundo puede afectar no sólo a esta región sino a todo el mundo. Además, especialmente la salud, la economía, la vida social, la salud pública, la educación, etc., afecta a todos los sectores. La lucha contra este tipo de pandemia requiere de una lucha personal, una lucha social y en definitiva una lucha común de toda la humanidad.

REFERENCIAS

Braudel, F. (1989). The Identity of France: Volume One. History and Environment, Fontana Press, London.Brimblecombe, P. (1995). History of air pollution. Composition, chemistry, and climate of the atmosphere, 1-18.

Brimblecombe, P. (2011). The big smoke: a history of air pollution in London since medieval times. Routledge.

Driver, G. R., & Miles, J. C. (1952). The Babylonian laws. Vol. 1, legal commentary.

Epstein, R. (1992). Pollution and the environment. Vajra Bodhi Sea. In: A Monthly Journal of Orthodox Buddhism, (Pt 1), 36.

Hammond, N. (1994). 'Lead Poisoning Blamed for Rome's Fall'. In: The Times, London, 1 January 1994.

Hartwell, R. (2008). A cycle of economic change in imperial China: coal and iron in northeast China, 750-1350. In: Roots and Routes of Development in China and India (pp. 66-123). Brill.

Janssens, P. A. (1970). Palaeopathology: diseases and injuries of prehistoric man. J. Baker.

Makra, L., & Brimblecombe, P. (2004). Selections from the history of environmental pollution, with special attention to air pollution. Part 1. In: International journal of environment and pollution, 22(6), 641-656.

Mamane, Y. (1987). Air pollution control in Israel during the first and second century. In: Atmospheric Environment (1967), 21(8), 1861-1863.

Markham, A. C. (2019). A brief history of pollution. Routledge.

McNeill, J. R. (2001). Something new under the sun: An environmental history of the twentieth-century world (the global century series). WW Norton & Company.

McNeill, J. R. (2001). Something new under the sun: An environmental history of the twentieth-century world (the global century series). WW Norton & Company.

Mellanby, K. (1972). The biology of pollution (pp. 60-London). London: Edward Arnold.

Mészáros, E. (2001). A short history of the earth.

Meybeck, M., Chapman, D. V., & Helmer, R. (1990). Global freshwater quality: a first assessment. Basil Blackwell.

Ponting, C. (1991). A green history of the world (pp. 1-7). London: Sinclair-Stevenson.

Ponting, C. (1991). A green history of the world (pp. 1-7). London: Sinclair-Stevenson.

Schafer, E. H. (1962). The Conservation of Nature under the T'ang Dynasty. In: Journal of the Economic and Social History of the Orient, 5(1-3), 279-308.

Turco, R. P. (1997). Earth under siege: From air pollution to global change. Oxford University Press.

Ziegler, P. (2013). The black death. Faber & Faber.

URL1. http://www.earthweek.com/2012/ew121012/ew121012a.html

URL2:https://www.researchgate.net/figure/Social-ecological-systems-comprise-of-interconnected-relationships-between-humans-and_fig2_308166690

URL3:https://tr.mehrnews.com/photo/1865088/%C4%B0nsan-ve-do%C4%9Fa-ili%C5%9Fkisi

URL-4:https://stravaganzastravaganza.blogspot.com/2012/03/agricultural-technology-in-china-tang.html?view=classic

URL5.https://www.milliyet.com.tr/kultur-sanat/salgin-zamanlarindan-kalan-tablolar-6174143

URL6.http://www.authorstream.com/Presentation/ashvendrarathore-1485704-environmental-pollution/

URL7. https://www.abprojeyonetimi.com/iklim-degisikligi-etkileri-ve-cozumleri/

PREGUNTAS

Preguntas Verdadero /Falso

1) (V / F) No hay suficiente esfuerzo para limpiar el medio ambiente.
2) (V / F) La contaminación ambiental puede ser causada por productos químicos, factores físicos o el desarrollo de organismos vivos perjudiciales.
3) (V / F) La contaminación apareció desde nuestros primeros antepasados.
4) (V / F) En la antigüedad, se desarrolló un sistema integral para la eliminación de residuos.
5) (V / F) Con el descubrimiento del fuego, se creó una fuente de contaminación del aire.
6) (V / F) Durante la sociedad agrícola, no había ciudades llenas de gente.
7) (V / F) Las antiguas civilizaciones no tenían actividades ni efectos dañinos sobre el medio ambiente.
8) (V / F) El cambio climático global es uno de los problemas ambientales más importantes de los últimos años.
9) (V / F) En el Renacimiento, la gente tenía más conciencia de salubridad que en la época medieval.
10) (V / F) Hoy en día, los agentes de contaminantes alcanzan un ámbito geográfico mucho más amplio que antes.

Preguntas de opción múltiple

11) ¿Qué elemento de los siguientes NO es una fuente tradicional de contaminación?

    a) Las emisiones industriales
    b) Gestión insuficiente de los residuos
    c) Fuentes de agua contaminadas
    d) Residuos nucleares

12) ¿En qué siglo se hizo efectivo el uso actual de la palabra "contaminación"?
    a) Siglo XX
    b) Siglo XIX
    c) Siglo XVIII
    d) Siglo XVII

13) ¿Quiénes son los pioneros de la ingeniería hidráulica y del sistema de alcantarillado en el mundo antiguo?
    a) Chinos
    b) Egipcios
    c) Los Romanos
    d) Indios

14) ¿Cuál fue la enfermedad pandémica durante el período del Renacimiento?
    a) Peste Negra
    b) Lepra
    c) Gripe
    d) Colera

15) ¿En qué siglo se adoptó la primera norma conocida sobre contaminación ambiental?
    a) Siglo XI
    b) Siglo XII
    c) Siglo XIII
    d) Siglo XIV

16) ¿En qué país se aprobó la primera norma conocida sobre contaminación ambiental?
    a) Egipto
    b) China
    c) Inglaterra
    d) India

17) ¿Cuál es la mayor enfermedad pandémica hoy en día?
    a) SIDA
    b) SARS
    c) COVID-19
    d) MERS

18) ¿Cuál de los siguientes elementos se ha visto afectado por el cambio climático?
    a) Aguas subterráneas
    b) Volumen de agua de los lagos
    c) Temperatura
    d) Todo lo anterior

19) ¿Cuál de las opciones siguientes describe mejor el concepto de "pandemia" mencionado en este capítulo?
    a) Una enfermedad que afecta a muchas personas al mismo tiempo y que se propaga de persona a persona en una localidad en la que la enfermedad no tiene una prevalencia permanente.
    b) Una enfermedad que se ha propagado a través de los continentes o el mundo entero
    c) Una enfermedad que se ha propagado por todo el país.
    d) Una enfermedad que se ha propagado a través de una región específica.

20) Después del desastre de ....., la contaminación radiactiva ha sido considerada como un problema importante.
    a) Chernobyl
    b) Bohunice
    c) Leningrado
    d) Cernavodă

Respuestas correctas: ¡Véase el anexo "Respuestas"!

CAPÍTULO 2

Problemas ambientales globales

Altan DIZDAR[3], Ertugrul DIZDAR[4] & Cagan DIZDAR[5]

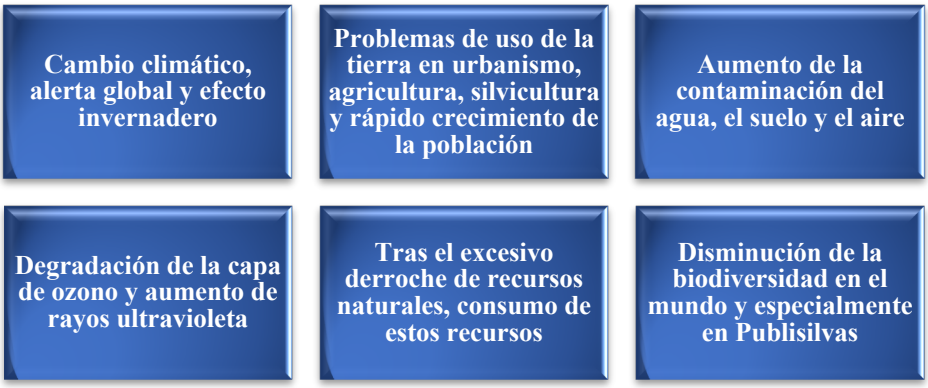
2. Introducción

Los problemas ambientales, más bien en relación con las cuestiones socioeconómicas, muestran un cuadro complejo y pueden actuar a nivel mundial. Los problemas ambientales mundiales ponen en peligro la sostenibilidad del medio ambiente sin reconocer fronteras políticas; es una amenaza para los seres humanos, la salud, la seguridad y la productividad, la supervivencia de otras especies, la seguridad alimentaria y los recursos hídricos. El cambio climático, el calentamiento global, la desertificación, la degradación ambiental, la degradación de la capa de ozono, la lluvia ácida, la contaminación del aire, el agua y el suelo, el agotamiento de los recursos naturales, la pérdida de la diversidad biológica, la destrucción de los bosques, la contaminación de los mares y océanos, la acidificación de los océanos, los residuos peligrosos, las condiciones adversas causadas por los residuos, los resultados generados por la erosión y el problema de la urbanización no planificada son algunos de los problemas ambientales mundiales. Así que, a nivel internacional, se están haciendo intentos para resolver estos problemas ambientales en su totalidad.

La protección del medio ambiente ocupa un lugar importante en el programa internacional y estos problemas sólo pueden resolverse mediante los esfuerzos de las organizaciones no gubernamentales, los sectores público y privado, la sociedad civil, los esfuerzos nacionales y la cooperación internacional, y también una dimensión importante de los esfuerzos para proteger el medio ambiente es aumentar la conciencia pública y la participación de todos los colectivos. El origen de los problemas ambientales requiere coordinación y sinergia en los procedimientos para la solución de los mismos.

[3] La Ingeniera Civil Altan Dizdar, Directora General de ORKON INTERNATIONAL CO. altan.dizdar@orkon.info
[4] Ingeniero Agrónomo Ertugrul Dizdar, Presidente de la Junta de ORKON INTERNATIONAL CO. ertugrul.dizdar@orkon.info
[5] MSc. Ingeniero Civil Cagan Dizdar, Universidad de Columbia, Nueva York EE.UU., cagandizdar@gmail.com

Figura 1. Problemas ambientales globales



Las iniciativas para encontrar soluciones a los problemas ambientales han empezado a figurar gradualmente en el programa de la comunidad internacional desde el decenio de 1960. En el informe "Calentamiento global de 1,5°C" del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) se afirma que, junto con el calentamiento global, aumentarán los riesgos derivados del clima relacionados con la salud, la seguridad alimentaria, el deseo de agua, la seguridad humana y el crecimiento económico. El principal objetivo de las políticas ambientales es lograr que el bienestar social alcance el máximo nivel posible manteniendo la calidad del medio ambiente a un cierto nivel. Aunque las políticas ambientales difieren de un país a otro, el concepto principal que se destaca como objetivo común es el "desarrollo sostenible". Si bien se registran avances sostenibles y económicos y sociales, su objetivo es reducir los efectos de las personas sobre el medio ambiente protegiendo la naturaleza y proporcionando un medio ambiente limpio para las generaciones futuras.

Como resultado de los problemas ambientales mundiales, el agotamiento de la capa de ozono y el aumento de los rayos ultravioleta son detectados allí donde este agujero en la capa de ozono remite por la disminución del volumen de ozono en la estratosfera (capa de ozono) desde la primavera de finales del decenio de 1970. Aparte de este evento en la estratosfera, la perforación de ozono también se observa en la troposfera en la primavera. La razón principal del agotamiento del ozono es que los halógenos atómicos destruyen las moléculas de ozono donde la principal fuente de estos átomos halógenos son los halocarbonos artificiales (clorofluorocarbonos - CFC, freones y halones). Después de que estos compuestos son liberados en la superficie, son transportados a la estratósfera y comienza el mecanismo de destrucción y se ha observado que el agujero de la capa de ozono se expande con el aumento de la emisión de halocarbonos. Debido a que la capa de ozono evita que los dañinos rayos ultravioletas lleguen al mundo mediante filtrado, el agujero de la capa de ozono ha causado una preocupación mundial y la producción de gases que dañan la capa de ozono está prohibida por el Protocolo de Montreal. Se sospecha que el agujero de la capa de ozono aumenta las enfermedades como el cáncer de piel y las cataratas, perjudicando a plantas y plancton. (Wikipedia)

El hecho de que los problemas ambientales tengan un carácter transfronterizo ha hecho necesario que organizaciones internacionales como las Naciones Unidas (ONU), la Unión Europea, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la Organización Europea de Seguridad y Cooperación (OSCE), la Organización Meteorológica Mundial (OMM), la NASA y otros organismos internacionales trabajen en conjunto para la solución de estos problemas ambientales mundiales.

Figura 2. La contaminación del aire, la suciedad y el humo en la ciudad

Fuente : https://unsplash.com/photos/uKvPDQop-JA

2.1. Cambio Climático

Cuando ocurre un cambio en el sistema climático del mundo provoca nuevos fenómenos meteorológicos. Los cambios en el clima pueden ocurrir a lo largo de los años por varias razones, siendo la más importante debida a la industrialización y por las actividades de los seres humanos que han causado el calentamiento global y el cambio climático. (Wikipedia)

Desde mediados del siglo XIX, además de la variabilidad natural del clima, a causa de la industrialización, se ha iniciado un nuevo período y las actividades humanas también han empezado a afectar al clima. Con la revolución industrial, la temperatura aumentó en la tierra y en las partes bajas de la atmósfera (troposfera inferior) debido al rápido aumento de la acumulación de gases de efecto invernadero liberados en la atmósfera junto con varias actividades humanas como la deforestación, la quema de combustibles fósiles y los procesos industriales, y con la urbanización, denominadose "calentamiento global".

Las actividades humanas basadas en la " combustión " como producción de energía, calefacción y transporte han acumulado acumulaciones de CO2 y otros "gases de efecto invernadero" en la atmósfera, lo que ha provocado el calentamiento global al retener el calor de la tierra.

Los resultados por este hecho son el aumento del nivel de los mares debido a la fusión de los glaciares en los polos y a gran altitud (algunos países se inundan); se producen fuertes sequías, inundaciones y huracanes como resultado de los cambios bruscos de temperatura; el descenso de las especies bacterianas, vegetales y animales. Estos resultados han comenzado a manifestarse.

Los grupos ecologistas afirman que estas posibles consecuencias pueden ser tan graves como el impacto de un meteorito gigante sobre la tierra o una gran guerra nuclear.

Figura 3: La desertificación y el deshielo como resultado del cambio climático y el calentamiento global

Fuente : https://picspree.com/en/photos/cracked-and-rippled-desert-landscape-612521
Fuente : https://picspree.com/en/photos/ice-floes-in-the-arctic-ocean-603545

2.1.1. Causas e Impactos odel Cambio Climático

Como consecuencia de los problemas ambientales globales y el cambio climático; la escasez de alimentos, las inundaciones, el calentamiento letal, las supertormentas y las enfermedades generalizadas se tratan de superar y se toman precauciones para los problemas derivados de la vida moderna, tales como el transporte, el uso de la tierra, la alimentación y la energía: Para analizar y establecer estos problemas, se preparó un Informe Especial sobre el Calentamiento Global de 1,5 °C, publicado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático:

"La limitación de 1,5ºC es importante"

La actividad humana provocó que la tierra se calentara aproximadamente 1,0ºC en comparación con el período preindustrial

Los resultados del actual calentamiento global de 1°C están ya produciendo eventos climáticos extremos, aumento del nivel del mar y derretimiento del hielo marino del Ártico y otros cambios.

Si el aumento de las emisiones continúa como está, el calentamiento global alcanzará el límite de 1,5ºC entre 2030 y 2052.

Limitar el calentamiento global a 1,5ºC significa evitar muchos efectos permanentes en los sistemas ecológicos y los hábitats.

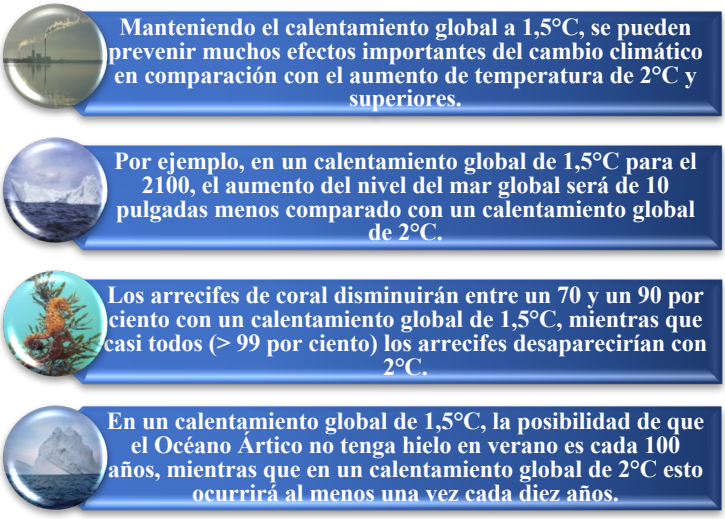
Para no superar el límite de 1,5ºC, las emisiones globales deben reducirse en un 45 por ciento en 2030 en comparación con 2010, y restaurarse completamente (neto-cero) en 2050.

Para limitarlo a 1,5ºC, se requieren transformaciones "rápidas y exhaustivas" en la agricultura, la energía, la industria, los edificios, el transporte y las ciudades.

Actualmente, los compromisos asumidos en el marco del Acuerdo de París no son suficientes para limitar el calentamiento global a 1,5°C. Los países deben renovar sus compromisos lo antes posible.

El límite de 1,5°C, el calentamiento de 1,5°C y superiores es especialmente importante porque aumenta los riesgos asociados a los cambios a largo plazo e irreversibles, como la desaparición de algunos ecosistemas como los ejemplos siguientes:

Figura 4. Peligros del cambio climático

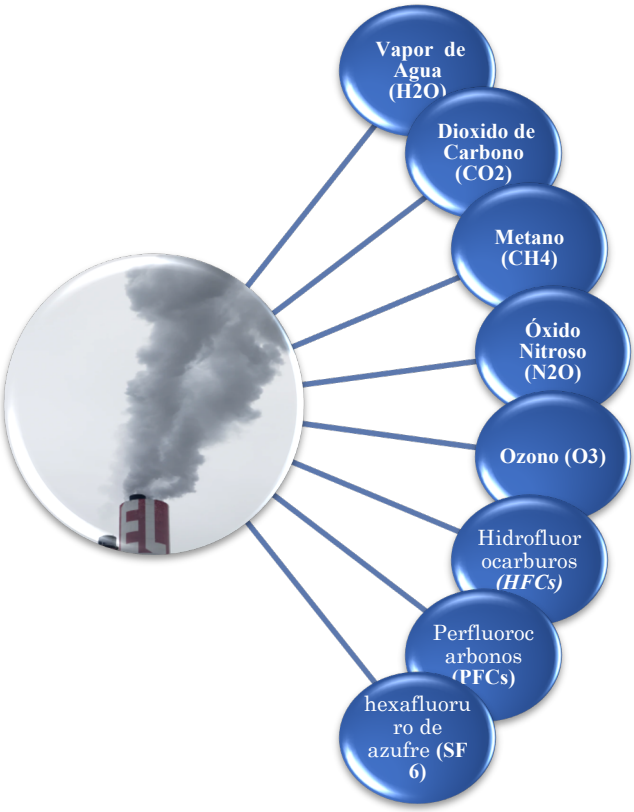


2.1.2. Gases Efecto Invernadero

Varios procesos y sustancias pueden hacer que la temperatura media de la Tierra aumente o disminuya. El más importante de estos factores son los llamados gases de efecto invernadero. Se sabe que la presencia de estos gases en la atmósfera hace que la Tierra se caliente alrededor de 32°C. Si la Tierra no tuviera atmósfera, no habría agua líquida en su superficie y la Tierra sería un planeta hostil. En este sentido, se puede decir que los gases de efecto invernadero en la atmósfera son beneficiosos. Sin embargo, el aumento de la cantidad de gases de efecto invernadero también puede causar cambios climáticos y la degradación de la naturaleza.

El agua, que causa el efecto invernadero, es indispensable para la vida en la Tierra. El ozono actúa como un escudo que impide que los rayos dañinos del sol lleguen a la tierra. Otros gases de efecto invernadero importantes son el dióxido de carbono y el metano. Estudios retrospectivos muestran que en los últimos 250 años, la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera ha aumentado en un 36% y la cantidad de metano en un 148%. Se cree que el principal factor que causa el calentamiento global es el aumento de la cantidad de dióxido de carbono y metano en la atmósfera.

Figura 5. Gases Efecto Invernadero



La mayoría del aumento de la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera se debe a las actividades humanas. El uso de combustibles fósiles en particular causa la liberación de grandes cantidades de dióxido de carbono en la atmósfera. Además, la producción de cemento es una de las principales causas de este aumento. Dos métodos principales que pueden aplicarse para prevenir el aumento de la cantidad de gases de efecto invernadero en la atmósfera son reducir la cantidad de gases de efecto invernadero liberados en la atmósfera como resultado de las actividades humanas y aumentar la eficacia de los procesos biológicos que utilizan los gases de efecto invernadero en la atmósfera. Por ejemplo, al aumentar el número de plantas que utilizan menos combustible fósil o que utilizan dióxido de carbono durante la fotosíntesis, podría impedir el aumento de la cantidad de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

2.1.2.1. ¿Cómo reducir los gases de efecto invernadero?

Es posible reducir las cantidades de emisiones de gases de efecto invernadero prestando atención a los siguientes puntos:

Deberían realizarse estudios para limitar las emisiones de gases de efecto invernadero en plantas industriales de alto consumo energético,

Debe fomentarse la transición de una industrialización con uso intensivo de energía a una industrialización con uso mínimo de energía,

Se deben aumentar las zonas verdes en las ciudades,

Deben fomentarse los vehículos y embarcaciones con bajos valores de emisión,

El sistema fiscal para los vehículos viejos debe ser rediseñado,

Debería establecerse un sistema de gestión integrada para el reciclado de los residuos reutilizables y una industrialización a este respecto,

Deberían aumentarse los lagos y lagunas,

Debería aplicarse un nuevo sistema de impuestos sobre edificaciones sin aislamiento,

Los desechos con alto contenido calórico deben utilizarse como combustible alternativo en lugar de combustibles fósiles,

Deben tratarse las aguas residuales,

Deben hacerse bicicletas para ir a trabajar y a las escuelas de las ciudades.,

Se debe fomentar el uso de herramientas y equipos que usen la energía de manera eficiente,

La utilización de equipos de calefacción, refrigeración y electrodomésticos de poco rendimiento debe ser suprimida gradualmente,

Se debe suprimir el uso de vehículos anticuados como transporte público en la ciudad,

Se deben aumentar las zonas forestales declarando la necesidad de movilizarse para la reforestación,

Los humedales deben ser protegidos,

Se deben retirar gradualmente los barcos más antiguos del servicio,

Debe detenerse el almacenamiento de basura en la naturaleza y transformar las zonas de almacenamiento de basura en biorreactores.,

Se debe evitar el transporte que consume mucho combustible y apoyar el que consume menos.

Deben desarrollarse tecnologías que permitan el ahorro de energía en todos los ámbitos, desde la industria a la agricultura, y debe aumentarse el porcentaje de contribución a la utilización de fuentes de energía renovables, como la energía solar (fotovoltaica), geotérmica, de biomasa y eólica, para superar el cambio climático.

Figura 6. Aerogeneradores para reemplazar los combustibles fósiles; las fuentes de energía renovable como el viento es una de las medidas de prevención necesarias para desacelerar el cambio climático.

Fuente: https://unsplash.com/s/photos/windmill?ref=thestocks.im

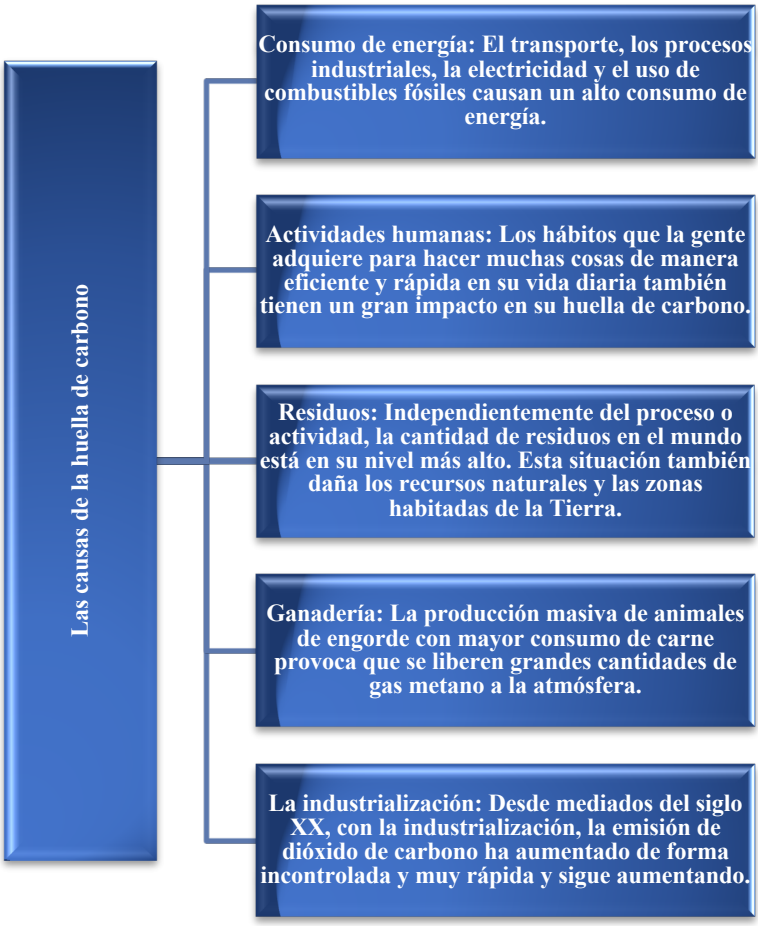
2.1.3. Huella de carbono

Cada individuo causa una cantidad diferente de emisión de carbono dependiendo de dónde y cómo vive y la huella de carbono de cada persona es diferente a la de otra, desde el tipo de comida que come, hasta su modo de transporte y consumo de electricidad. Por ejemplo, el combustible que quemamos mientras conducimos, la energía que usamos para calentar la casa y el proceso de producción de los alimentos que comemos causan una cierta cantidad de emisión de dióxido de carbono.

Figura 7. Huella ecológica

Funte : http://thestocks.im/

Figura 8. Causas de la huella de carbono



2.1.3.1. ¿Cómo podemos reducir nuestra huella de carbono?

Podemos reducir nuestra huella de carbono ahorrando energía y cambiando algunos de nuestros hábitos. Por ejemplo, el uso del transporte público, como los autobuses o los trenes, en lugar de conducir, reducirá las emisiones de carbono que causamos. El uso de bombillas de bajo consumo en nuestros hogares, la mejora del aislamiento térmico de nuestra casa, el uso de fuentes de energía renovable si es posible, también es eficaz para reducir la huella de carbono. Dado que el ganado y las aves de corral también son responsables de las emisiones de gases de efecto invernadero, se puede consumir menos carne roja para reducir la demanda de estos animales y, por lo tanto, su producción. Además, los árboles absorben el dióxido de carbono y producen oxígeno. Por esta razón, podemos plantar árboles para saldar nuestra deuda con la naturaleza

Los productos químicos orgánicos e inorgánicos son las principales causas de contaminación química y los contaminantes químicos más comunes son los compuestos que se utilizan en grandes áreas y son permanentes y no se desvanecen fácilmente en la naturaleza. Hay muchos químicos que usamos cotidianamente que nos matan y que dañan a las generaciones futuras sin saberlo Los insecticidas utilizados en la agricultura son sólo una pequeña parte de estos venenos químicos. Además, los materiales utilizados en las actividades de limpieza en seco, los disolventes clorados, las refinerías de petróleo, las plantas de carbón, la mala construcción, la minería y el transporte son ejemplos de ello. Incluso los detergentes que usamos diariamente en nuestro hogar son compuestos químicos que contaminan el medio ambiente.

2.2. Contaminación y agotamiento de los recursos hídricos

El agua está presente en los mares, océanos, ríos, lagos, acuíferos y aguas subterráneas, y la contaminación del agua se debe principalmente a las actividades de los seres humanos, como la urbanización, el crecimiento demográfico y el aumento de los niveles de vida, así como a los cambios en el clima y las condiciones naturales. A escala mundial, las actividades humanas y las fuerzas naturales están reduciendo rápidamente los recursos hídricos disponibles. Ahora, por fin, la conciencia pública de la necesidad de un mejor control y protección del agua ha aumentado y todos los países tratan de tomar medidas de prevención. Para superar la contaminación y el agotamiento del agua, las autoridades están evaluando cada vez más la cantidad y la calidad del agua y tratando de coordinar el control y la protección de los recursos hídricos..

Figura 9. Polución hidrica

Fuente : https://pixabay.com/illustrations/pollution-trash-degradation-1603644/

Por ejemplo, el vertido de aguas residuales mal tratadas en los sistemas hídricos naturales provocará la degradación de los ecosistemas acuáticos. También, esto llevará a problemas de salud pública para la gente y los seres vivos, ya que esta agua de río contaminada puede ser utilizada para beber y para la irrigación. En el mundo, la contaminación del agua es la causa más importante de las muertes y enfermedades que existen, por ejemplo, debido a las enfermedades transmitidas por el agua (Wikipedia).

Figure 10. La alteración del medio ambiente puede propagar muchas enfermedades por todas partes

Fuente : https://unsplash.com/photos/Sj5vmEumehE

2.2.1. Causas e impactos de la contaminación y el deterioro de los recursos hídricos

La contaminación ambiental puede dañar los recursos hídricos y el ecosistema acuático. Los cambios rurales como la contaminación ambiental, el cambio climático, el crecimiento urbano y la deforestación tienen efectos directos en los ecosistemas y en los recursos hídricos. Los principales contaminantes incluidos, por ejemplo, las sustancias orgánicas vertidas en las aguas residuales y los organismos causantes de enfermedades, los fertilizantes y pesticidas de los terrenos agrícolas, las lluvias ácidas de la contaminación atmosférica, los metales pesados liberados como resultado de la minería y las actividades industriales, y actividades como la agricultura mal gestionada, la tala de bosques, la construcción de carreteras y la minería pueden dar lugar a grandes cantidades de tierra y partículas envenenadas que permanecen en el aire y que finalmente se fusionan en los ríos y las fuentes de agua (sedimentación). Esto daña el ecosistema acuático, deteriora la calidad del agua e impide el transporte de agua interno.

La principal consecuencia de la contaminación del agua es la desaparición de la biodiversidad y de los ecosistemas acuáticos, donde también debido a la deforestación, los sedimentos y las bacterias afloran bajo el suelo y, por lo tanto, contaminan las aguas subterráneas. Además, los seres humanos se ven perjudicados por la alteración de la cadena alimentaria y contraen enfermedades al beber o utilizar agua contaminada. Como la contaminación del agua tiene un gran impacto en el medio ambiente, debemos asegurar la calidad del agua, su saneamiento y su gestión sostenible.

Los efectos de extraer un exceso de agua tanto de las aguas superficiales como de las subterráneas son alarmantes y provocan el agotamiento del agua. En la última década, se ha extraído mucha más agua de los manantiales subterráneos y los beneficios de usar el agua subterránea son a menudo de corta duración, pero sus consecuencias negativas - por ejemplo, los bajos niveles de agua y el agotamiento de los recursos - pueden continuar durante mucho tiempo. Al mismo tiempo, el cambio climático es también otra razón de la escasez de agua.

Figura 11. Principales factores que afectan a la contaminación y el agotamiento del agua

2.2.2. Control de la contaminación del agua:

La industria tiene un papel negativo en el medio ambiente, quizás más que cualquier otro factor. Principalmente, las empresas industriales causan contaminación líquida y del agua, e indirectamente debido a la contaminación del agua, causan una excesiva contaminación en el suelo y la vegetación y causan una rápida destrucción del medio ambiente. También los movimientos industriales y la migración a las ciudades causan una rápida e irregular urbanización que causa contaminación y agotamiento.

Al fumigar con plaguicidas, los recursos hídricos se contaminan con plaguicidas como resultado del transporte aéreo de partículas de fármacos al agua mediante el viento o el vertido de residuos de fábricas que producen plaguicidas en las cuencas hidrográficas o los ríos. Por otro lado, el uso inconsciente y excesivo de fertilizantes químicos también

hace que el suelo se vuelva infértil en el futuro y de nuevo crea efectos negativos en el ciclo natural, tanto en la contaminación del agua como en otros efectos.

Tormentas, volcanes y terremotos también causan grandes cambios en la calidad del agua y en su ecología, pero no se cuentan como contaminación.

Para controlar la contaminación del agua, se requieren planes de gestión e infraestructura correctos y apropiados. Las plantas de tratamiento de aguas residuales pertenecen al sistema de infraestructura. Las plantas de tratamiento de aguas residuales industriales y alcantarillados se establecen generalmente para proteger el agua de las aguas residuales no tratadas. El tratamiento de aguas residuales agrícolas para granjas y el control de la erosión en las obras de construcción también pueden ayudar a prevenir la contaminación del agua. Las soluciones basadas en la naturaleza son también otro enfoque para prevenir la contaminación del agua. (Wikipedia)

Figura 12. Contaminación del agua

2.2.3. Razones de las sequías :

La sequía es actualmente un fenómeno climático normal y recurrente que comienza muy lentamente, se desarrolla durante meses o incluso años y afecta a grandes áreas y es diferente de otros fenómenos. Ocurre debido a la disminución de las precipitaciones repartidas en una o más estaciones. Sin embargo, el aumento de las temperaturas y la disminución de las precipitaciones en muchas regiones del mundo, como resultado del cambio climático global, aumentan la frecuencia y la gravedad de los fenómenos de sequía.

Causa graves impactos económicos, ambientales y sociales en regiones muy extensas y a veces incluso en todo un país. La sequía se produce en todas las zonas climáticas, pero la vulnerabilidad de la zona a la sequía y el grado de sus efectos pueden

variar mucho de una región a otra. Las causas de la sequía son fáciles de interpretar, pero sus efectos son difíciles de predecir.

La única razón de la sequía no es el cambio climático, sino el consumo excesivo, la contaminación de los recursos hídricos, las infraestructuras hidráulicas mal planificadas y la mala gestión, que influyen enormemente en este sistema y hacen que las cuencas, los países e incluso las economías sean aún más frágiles. Esto nos hace perder toda nuestra capacidad frente a la sequía y las consecuencias se sienten violentamente.

La sequía, la desertificación y la degradación de la tierra son retos medioambientales importantes de nuestra época que pueden amenazar el hábitat y los medios de vida más básicos de la mayoría de la población mundial y crear un riesgo para la seguridad alimentaria.

Aunque la disminución de la cantidad de agua se siente como un efecto de la sequía, también causa el fracaso en la demanda creciente de agua o el deterioro de los sistemas ecológicos. Además de sus efectos ambientales, sus efectos económicos también pueden sentirse fuertemente debido a la gravedad de la sequía. Sectores como la agricultura, la energía, el turismo y la silvicultura se ven directamente afectados por la sequía. El coste de la sequía en Europa en 2003 se calculó en 11.000 millones de euros, en 2006 se determinó que el sector agrícola en España perdió más de 2.000 millones de euros debido a la sequía..

Para que la sequía no se convierta en un problema crónico, los recursos hídricos deben ser bien administrados tanto en los períodos de lluvia como en los de sequía. La gestión de los recursos hídricos por cuencas fluviales es el primer paso para preservar la estructura holística de los ecosistemas fluviales que son en realidad la fuente de agua.

2.3. Pérdida de Biodiversidad

La biodiversidad es el nombre que se da a los sistemas ecológicos, las especies y la diversidad genética en todo el mundo o en un determinado hábitat, y la riqueza de las especies y variedades vegetales y animales en una región se denomina diversidad biológica y proporciona los servicios necesarios para la continuidad de la vida económica y social de los seres humanos. La biodiversidad también es importante para los ecosistemas y la naturaleza, ya que proporciona beneficios como la protección contra las inundaciones, la regulación del clima, la fertilidad del suelo, la polinización y la producción de alimentos, combustible, fibras y medicamentos.

La pérdida de la biodiversidad es el resultado del descenso de la fauna y la flora en todo el mundo y también de la reducción o pérdida local de especies en un determinado hábitat, mientras que el agotamiento global ha demostrado ser irreversible hasta ahora.

Figura 13. La prevención de la pérdida de la diversidad biológica es un requisito previo para la supervivencia de ciertos hábitats.

Fuente : https://unsplash.com/photos/2xQcwGfGio8

La biodiversidad es también la diferenciación entre los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los organismos vivos de todas las fuentes, incluidas las estructuras ecológicas que forman parte de estos ecosistemas. La riqueza biológica o diversidad biológica se refiere a la diversidad y variabilidad de los seres vivos, sus interacciones con las estructuras ecológicas complejas en las que viven, entre sí y con su entorno.

2.3.1. Beneficios de la Biodiversidad

El hombre ha alcanzado el nivel actual en agricultura y tecnología como resultado de la biodiversidad y su riqueza. Los beneficios de la biodiversidad y los ecosistemas son esenciales para la continuidad del elevado nivel de vida actual de los seres humanos. Las especies de plantas y animales que componen la biodiversidad se utilizan en la agricultura, la farmacia, la medicina, la ganadería, la silvicultura, la pesca y las zonas industriales, así como en el suministro de agua y aire limpios. El elevado número y la diversidad de las especies vegetales y animales que componen la biodiversidad también proporcionan un beneficio económico al país. La biodiversidad equilibra los ecosistemas, hace que el planeta sea habitable, contribuye a la salud de las personas, al medio ambiente y a los ecosistemas.

Figura 14. Clasificación de los Beneficios de la Biodiversidad

Beneficios de la diversidad Vegetal: Las plantas limpian el aire, previenen la erosión, añaden materia orgánica al suelo y mitigan la degradación del mismo. Proporcionan refugio y nutrición a otros seres vivos y dan continuidad al ecosistema.

Beneficios de la diversidad Animal: Los humanos han usado animales como conejillos de indias, como fuente de alimento al cazar y como animales domésticos desde la antigüedad hasta hoy. Algunos insectos proporcionan la polinización de las plantas, asegurando la continuidad de la vida vegetal y la diversidad, y por lo tanto la continuidad del ecosistema. Una parte significativa de los insectos asegura que la materia orgánica se descomponga y sea devuelta al suelo. Algunas especies de insectos son también la fuente de alimento de animales como aves, peces, reptiles.

Beneficios de la diversidad de los Ecosistemas: El turismo basado en la naturaleza se llama eco turismo. El ecoturismo tiene una importancia creciente en los últimos años. Dependiendo de los avances tecnológicos y el estilo de vida, las personas bajo estrés descansan en la naturaleza. El estrés se alivia yendo a los parques nacionales y a la naturaleza.

2.3.2. Categorías de la Biodiversidad

En la biodiversidad se consideran 3 categorías jerárquicas según a

Figura 15. Categorías de la Biodiversidad:

La diversidad biológica es la base de los recursos para la vida, que ocupan un lugar indispensable para satisfacer las necesidades básicas de las personas, especialmente la

alimentación. La base de todos los cultivos, es decir, plantas cultivados y animales, se basa en sus relaciones salvajes en la naturaleza. Hoy en día, las especies silvestres se utilizan para obtener nuevos tipos de agricultura o para mejorar las existentes según las necesidades de las personas. Los ecosistemas también han adquirido estructuras y funciones complejas y diferentes en función de las condiciones ambientales como resultado de la interacción de los seres vivos e inanimados entre sí y entre ellos mismos para que las especies silvestres sobrevivan, evolucionen, se diversifiquen y adquieran nuevos rasgos genéticos. Desempeña funciones importantes en la continuación de los equilibrios naturales, como la integridad y la diversidad de los ecosistemas, el clima, el régimen de precipitaciones y la sociología de las especies.

Los recursos vivos, que son importantes para la alimentación y la agricultura, que están disminuyendo gradualmente, son algunas de las principales fortalezas que un país puede tener hoy en día. Las zonas del mundo que pueden ser cultivadas y los recursos hídricos se están contaminando y desapareciendo rápidamente. Los científicos opinan que en un futuro próximo, la gente se enfrentará a un grave problema de alimentación. Los países desarrollados están invirtiendo fuertemente en el desarrollo de nuevas semillas de alto rendimiento y en variedades de cultivo, y están haciendo esfuerzos para mantener el comercio de alimentos. A la luz de estos acontecimientos, la diversidad biológica de los países se convierte en un gran potencial, especialmente en lo que respecta a los recursos genéticos. Porque se utilizan variedades silvestres para desarrollar variedades resistentes a las presiones ambientales y con un alto potencial de producción.

2.3.3. Convenio sobre la Diversidad Biológica

El Convenio sobre la Diversidad Biológica es un tratado internacional jurídicamente vinculante, firmado por los países y destinado a promover el desarrollo sostenible. La idea era más que proteger a los animales, las plantas, los microorganismos y sus ecosistemas, sino también pensar en las personas y en su necesidad de seguridad alimentaria, medicinas, aire fresco y agua, refugio y un medio ambiente limpio y saludable para vivir.

Los tres objetivos principales del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) son:

Figura 16. Principales objetivos del Convenio sobre la Diversidad Biológica

El Convenio especifica que cada país necesita recursos biológicos que requieren medidas especiales de protección y que tienen un mayor potencial para la utilización sostenible; Asimismo, requiere la identificación y la supervisión de las categorías y

procesos de acciones que pueden tener un impacto negativo en su conservación y utilización sostenible.

2.3.4. Causas e Impactos de la Biodiversidad

Estamos siendo testigos de una continua pérdida de diversidad biológica que afecta a la vida natural y al bienestar humano. Las principales causas de esta pérdida son los cambios en los hábitats naturales debido a los sistemas de producción agrícola intensiva; la construcción; las actividades de las canteras; el uso excesivo de los bosques, océanos, ríos, lagos y suelos; la contaminación y el creciente cambio climático mundial. El gran papel que desempeña la biodiversidad en la sostenibilidad de nuestro mundo y nuestras vidas hace que su pérdida continua sea cada vez más inquietante.

En Europa, con la expansión de la agricultura y la ganadería durante 5000 años, las actividades humanas han dado forma a la biodiversidad. Sin embargo, las revoluciones agrícolas e industriales de los últimos 150 años han provocado cambios repentinos y crecientes en el uso de la tierra, la intensificación de la agricultura, la urbanización y la evacuación de tierras. Esto ha llevado a la pérdida de muchas tradiciones (por ejemplo, los métodos agrícolas tradicionales) que apoyan la conservación de los paisajes ricos en biodiversidad.

El alto consumo per cápita y la producción de residuos en Europa significa que nuestro impacto en los ecosistemas se extiende más allá de nuestro continente. El modo de vida europeo se basa en la importación intensiva de recursos y bienes de todo el mundo, lo que a menudo provoca un uso insostenible de los recursos naturales fuera de Europa.

Los objetivos mundiales y de la Unión Europea para 2020, destinados a detener la pérdida de diversidad biológica y aumentarla, son bastante ambiciosos. El logro de estos objetivos requiere la aplicación de políticas eficaces, la coordinación intersectorial, los enfoques de ordenación de los ecosistemas y una mejor comprensión del valor de la diversidad biológica.

Políticas en la UE sobre el tema

Aunque el objetivo de detener la pérdida de biodiversidad se acepta a distintos niveles donde aún no se ha alcanzado, el establecimiento de dicho objetivo ha aumentado sin duda la conciencia social. Desde 2001, las políticas que abordan la pérdida de biodiversidad y los indicadores que evalúan el desarrollo han mejorado significativamente.

La Estrategia de Biodiversidad de la UE para 2020 permitirá una mayor integración del trabajo necesario para proteger la biodiversidad mediante el desarrollo y la aplicación de políticas sectoriales. Con sus seis objetivos, esta Estrategia incluye la naturaleza (meta 1), los ecosistemas y las rehabilitaciones (meta 2), el uso sostenible de la naturaleza de Europa, los recursos terrestres y marinos a través de la agricultura, la silvicultura y la pesca (metas 3 y 4), las especies invasoras (meta 5) y aborda los efectos mundiales de la UE (meta 6). La Estrategia de Biodiversidad ayuda a cumplir los objetivos de capital natural del 7º Programa de Acción Medioambiental 2020. El lema principal del Séptimo Programa de Acción Medioambiental (7º PAM), que entró en vigor en enero de 2014 y que guiará la política medioambiental de Europa en 2020, es "Vivir bien dentro de los

límites de nuestro planeta". Ambas estrategias y programas tienen una visión a largo plazo que durará hasta el 2050.

Visión de la Estrategia de Biodiversidad

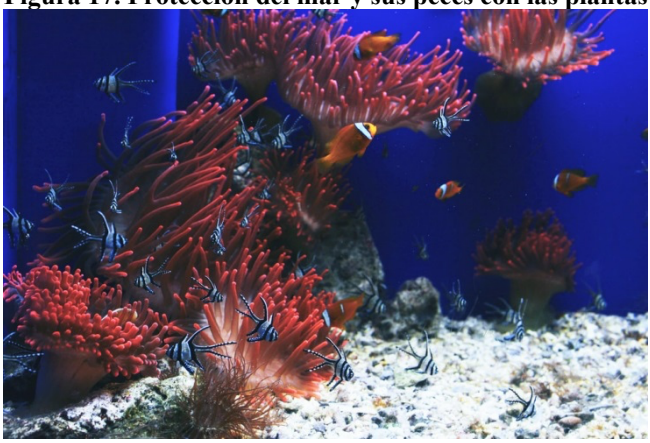
Hasta 2050, la biodiversidad de la Unión Europea y los recursos ecosistémicos que proporciona - su capital natural - se conservan, valoran y restauran adecuadamente debido al valor esencial de la biodiversidad y su importante contribución al bienestar humano y al bienestar económico, evitando así los cambios perjudiciales causados por la pérdida de biodiversidad.

El principal objetivo de la Estrategia de Biodiversidad

Por un lado, prevenir la pérdida de biodiversidad mundial y la degradación de los ecosistemas para 2020, y repararla en la medida de lo posible, y por otro lado, incrementar el apoyo de la UE para detener la pérdida de biodiversidad.

La Estrategia de Biodiversidad 2020 ha aumentado aún más las expectativas a la luz de las enseñanzas extraídas de la aplicación del Plan de Acción sobre Biodiversidad de la UE de 2006. Además, se ha implantado plenamente conforme al Convenio sobre la Biodiversidad de las Naciones Unidas, que es la política mundial más importante en materia de biodiversidad destinada a detener la pérdida de biodiversidad y, por tanto, la pérdida de recursos ecosistémicos hasta el año 2020.

Figura 17. Protección del mar y sus peces con las plantas



Fuentee : https://unsplash.com/photos/jPFqcpfn_Fw

Deberían crearse parques naturales, hábitats naturales, la agricultura orgánica debería ser prioritaria y la gente debería ser educada en estos temas para permitir la inclusión de las futuras generaciones de estas criaturas, ya sean plantas o animales.

Los agricultores deben ser conscientes de los efectos negativos del exceso de pastoreo, la exagerada cosecha de plantas y la destrucción de los bosques para ganar tierras en términos de biodiversidad. Debe evitarse la destrucción de los hábitats costeros

y la pesca masiva e incontrolada. Además, deben desarrollarse mecanismos para la protección y el control de las especies.

La biodiversidad es la riqueza común de todo el mundo. La biodiversidad necesita ser preservada para poder transferir esta diversidad a las generaciones futuras satisfaciendo las necesidades de hoy.

2.4. Problemas del uso de la tierra para la Urbanización, la Agricultura y la Silvicultura

La mayoría de los problemas de uso de la tierra surgen de la Urbanización, la Agricultura y la Silvicultura y estos problemas deben ser resueltos tomando precauciones cuidadosamente. El rápido crecimiento de la población en el mundo aumenta la presión sobre el medioambiente natural. Con la aceleración de los procesos de urbanización e industrialización, el medio ambiente natural está significativamente contaminado y explotado. Los ciclos del medio ambiente natural se han interrumpido gravemente, se han deteriorado y están causando problemas que son difíciles de resolver día a día debido al mal uso de la tierra. Una planificación no ecológica e insostenible y los proyectos producidos de esta forma hacen que el mundo sea más peligroso e inhabitable para todos los seres vivos. Especialmente la apertura de áreas que son peligrosas en términos de desastres naturales y que no son aptas para el asentamiento causan un aumento en las pérdidas de vidas y daños materiales causados por los desastres naturales.

Debido al cambio climático global, la urbanización y el uso incorrecto de la tierra, los daños causados por las inundaciones, la erosión y las sequías aumentan día a día. Así, los desastres, que en su mayoría son causados por fenómenos naturales, se convierten en desastres de origen humano debido a las intervenciones del hombre.

La agricultura también se ve muy afectada, especialmente por la falta de infraestructura y el mal uso, y se enfrenta a la amenaza de la desertificación y la erosión de la tierra. Los bosques deben ser protegidos y no se deben permitir construcciones residenciales y, en todo caso, se deben tomar medidas para prevenir los incendios forestales.

2.4.1. Tipos de Tierras y su Uso

Los tipos de Uso de la Tierra y los Tipos de Tierras se definen en la Figura 18. El Tipo de Uso de la Tierra y los Tipos de Tierras, el Uso correcto de la Tierra debe ser elegido según el Tipo Correcto de Tierra:

El suelo, que es uno de los elementos más importantes del ecosistema, es muy importante en términos de su irrenovabilidad y lugar indispensable para la vida humana y los seres vivos, así como para asegurar la continuación de la cadena primaria de producción vegetativa, la cadena alimentaria que expresa la supervivencia de la vida herbívora y carnívora. El suelo, entre otros elementos del entorno natural, se enfrenta a graves problemas en términos de compra, venta y alquiler.

El inadecuado uso de la tierra significa que las tierras no se utilizan de acuerdo con sus capacidades. En otras palabras, es el uso de las tierras sin tener en cuenta sus propiedades geológicas, geomorfológicas (pendiente, topografía, aspecto, etc.), de vegetación, hidrológicas y de suelo. Además de la presión demográfica, las decisiones tomadas por las autoridades políticas han sido eficaces en el "uso inadecuado de la tierra", que expresa la inconsciencia y la sobrevaloración del potencial del medio ambiente natural.

La tierra, que desempeña muchas funciones ecológicas, económicas y sociales para la implantación de un desarrollo sostenible, es un recurso limitado y su uso está condicionado por el clima, el suelo , su estructura geológica y geomorfológica de su ubicación. Es sensible a los fenómenos naturales y a las actividades humanas, se altera fácilmente y pierde muchas de sus funciones cuando se utiliza indebidamente.

El uso de la tierra y su aprovechamiento significa, en primer lugar, el uso de la tierra para la agricultura y la silvicultura, y en segundo lugar todo tipo de uso de las tierras, incluyendo la construcción de zonas residenciales, el transporte, el comercio, el arte, la industria, las actividades comerciales y los centros vacacionales.

Los recursos naturales son legados a las próximas generaciones para ser posteriormente explotados sin agotarlos. ¿Dónde se cultivará, dónde se pastoreará, dónde se reforestará, dónde se verterá la basura? Cuando estas preguntas se resuelven, los recursos renovables no se dañan. Una nueva ciudad no se asienta en terrenos agrícolas; una ladera de montaña que necesita ser reforestada no se abre a la urbanización. Los planes de uso de la tierra son de gran importancia y se aplican estrictamente. Por lo tanto, salvo los desastres naturales, los desastres antropogénicos no se producirán en el mundo moderno.

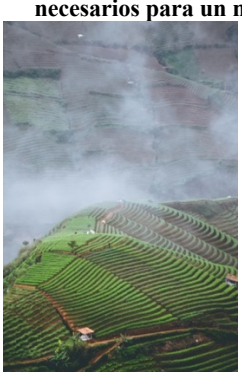
Figura 19. La Urbanización adecuada y el aumento de la Población es importante para el Uso de la Tierra

Fuente : https://unsplash.com/photos/3ttFTqPQs5A

La clasificación de la capacidad de la tierra para estudios básicos del suelo y la planificación basada en las condiciones climáticas debe hacerse combinando los datos de uso y conservación para determinar el uso más adecuado de la tierra sin causar la degradación del mismo.

Para tomar una decisión de ordenamiento territorial, deben determinarse los usos pasados y presentes de la tierra en un territorio y deben hacerse análisis sobre cómo debería ser en el futuro según su potencial actual. Paralelamente a la identificación de los recursos naturales y humanos en las áreas que se realizará el ordenamiento territorial, también definido como "desarrollo de decisiones para la ordenación territorial" se proporciona propuestas concretas de cómo será el ordenamiento más apropiado de uso actual de la tierra dependiendo de los análisis realizados (análisis FODA).

Figura 20. La Agricultura es un prerrequisito para la escasez de alimentos y los Bosques son necesarios para un medio ambiente limpio.



Fuente : https://unsplash.com/photos/2UqMez6xpQ0 ; https://unsplash.com/photos/F_hft1Wiyj8

2.4.2. Causas e Impactos de los Problemas de Uso de la Tierra

Las Causas Generales del Uso **Inapropiado** de la Tierra pueden resumirse en:

La liberación de las zonas agrícolas para asentamientos e instalaciones industriales y el uso indebido de las tierras agrícolas es un problema básico para la degradación de la tierra. A causa de la rápida urbanización que se ha empezado a ver con el rápido crecimiento demográfico mundial, se han convertido en una amenaza contra la vida mundial y se han empezado a abrir asentamientos inadecuados en tierras productivas, destruyendo la naturaleza y el medio ambiente. La construcción de aeropuertos en tierras aluviales, la construcción de presas, carreteras, fábricas, túneles, canales, etc. en tierras agrícolas de primera clase y el mal uso de las zonas agrícolas productivas son las principales causas de la degradación de la tierra.

La ocupación de la línea costera y el área detrás de ella con residencias secundarias e instalaciones turísticas causa la degradación de las tierras y la pérdida de superficie destinada al uso de la agricultura, el pastoreo y la silvicultura.

Apertura de zonas no aptas para la agricultura y asentamientos agrícolas y apertura de zonas inclinadas no aptas para los cultivos agrícolas, el pastoreo acelera la erosión, por lo que el equilibrio entre el suelo, las plantas y el agua se invierte. En esas zonas, la erosión reduce el valor de la producción. Esta situación no funcionará en lo que respecta a la agricultura, la silvicultura y la ganadería.

Las lluvias ácidas de combustibles fósiles, residuos industriales, minerales, domésticos y nucleares, etc., hacen que la tierra se degrade química y biológicamente. Los contaminantes que llegan al suelo desde diversas fuentes (residuos industriales y domésticos, plaguicidas y fertilizantes, cisternas y oleoductos donde se almacenan productos petrolíferos, fugas de maquinaria y vehículos, etc.) causan numerosos problemas ambientales y hacen que la superficie, el suelo y las aguas subterráneas sean

incompatibles para fines agrícolas, lo que provoca la pérdida de productos, la contracción del patrón de producción, la degradación de la calidad del suelo y la disminución del valor de rendimiento de la tierra.

El sobrepastoreo que consiste en que los animales se comen la hierba hasta el nivel del suelo y el pastoreo temprano que abre los pastizales antes del completo crecimiento al pastoreo y el debilitamiento de la cubierta de hierba; conduce directamente a una disminución del valor productivo de la tierra. Como resultado del sobrepastoreo en el mundo, especialmente en las regiones semiáridas, disminuyó el poder productivo de los pastizales y aumentó gradualmente la erosión. También el pastoreo de zonas forestales llevará a la destrucción de los bosques y causará incendios.

Figura 21. Se deben tomar precauciones para prevenir los incendios forestales

Fuente : https://unsplash.com/photos/7Je8Q8f-rmE

Las excavaciones con fines mineros del territorio, especialmente en bosques, pastizales y tierras agrícolas son algunas de las razones del uso incorrecto de la tierra. Los pozos, galerías, etc. que se abren después de las excavaciones mineras y el hecho de que no se cubran, hace que la exposición del suelo pierda vegetación natural para evitar la erosión por el agua y el viento, lo que puede tener consecuencias negativas. El efecto de la degradación de la tierra causada por la minería es enorme y tiene consecuencias irreversibles.

Figura 22. La alteración del suelo, como resultado de la actividad minera, el suelo se queda desnudo e inútil y se forman montículos debido a las excavaciones.

Fuente : https://unsplash.com/photos/Mk2ls9UBO2E

La exagerada e inconsciente fumigación y fertilización agrícola, el exceso de irrigación, el uso de equipos inadecuados, la quema de rastrojos, etc. contamina las tierras y las expone a la erosión.

El paso de carreteras a través de zonas agrícolas productivas/bosques y el paso de autopistas a través de praderas y valles son algunas de las razones del mal uso de la tierra. Según el ordenamiento ideal del uso de la tierra, las carreteras deberían estar situadas en la intersección de zonas planas y zonas montañosas (asentamientos, deslizamientos de tierra, laderas sin riesgo de terremotos) junto a las poblaciones.

La única razón de los daños por destrucción que se producen en las orillas de los arroyos y la consiguiente pérdida de vidas se debe al hecho de que se encuentran alojados en el interior de los lechos de los arroyos, por lo que en el diseño de los asentamientos, esta condición es muy importante y debe ser respetada.

Arrojar basura sólida como líquida en cualquier lugar (depósito incontrolado) es una de las razones del mal uso de la tierra y es un factor clave en la pérdida del valor productivo de la tierra. Los principales procesos físicos del uso incorrecto de la tierra ocurren debido a la erosión del agua y el viento, las pérdidas y otros cambios adversos en el suelo.

La erosión es muy importante; si no se toman precauciones, pueden surgir problemas graves. La erosión hídrica es el tipo de erosión más potente y extendida que causa la degradación de la tierra entre otros tipos de erosión (erosión eólica, erosión de glaciares y olas, avalanchas y movimientos de masas, etc.). La tala excesiva de bosques con fines comerciales hace que el efecto de la erosión hídrica se agrave; también es común

que se quemen los bosques por razones como la apertura de campos para la obtención de poblaciones, la construcción turística, etc.

Otra forma equivocada de uso de la tierra que conduce a la disminución del valor productivo del suelo o de la tierra y al deterioro de su calidad es la contaminación del suelo. La contaminación del suelo es generalmente causada por el aire, los contaminantes del agua y las actividades agrícolas. La contaminación del suelo, uno de los problemas ambientales, también se considera un tipo de degradación de la tierra, ya que reduce el valor productivo del suelo. Factores que causan la contaminación del suelo; la inconsciencia y el excesivo uso agrícola. El uso de pesticidas, fertilizantes artificiales, residuos industriales y sustancias tóxicas liberadas por diversas prácticas, residuos de plantas de procesamiento de minerales, aguas residuales, residuos de instalaciones industriales, gases de escape, pesticidas utilizados para controlar los fertilizantes y organismos nocivos.

Figura 23. Como resultado del uso inadecuado de la tierra, ésta pierde su valor productivo al pasar por ciertas etapas y transformarse en áreas estériles en términos de agricultura, silvicultura y ganadería.

Si no se respetan estas reglas, el uso incorrecto de la tierra conducirá a la erosión, las inundaciones, los deslizamientos de tierra, la desertificación y la degradación de la tierra, y después se producirá una completa ruina del medio ambiente que no será reversible.

REFERENCIAS:

Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı, Türkiye'nin Çevre Politikası, Temel Çevre Sorunları, Obtenido de: http://www.mfa.gov.tr/i_-temel-cevre-sorunlari.tr.mfa

(PDF) Küresel Çevre Sorunları ve Türkiye'de Çevre Eğitiminin Durumu, Arş.Gör.Senem Gürkan, 19 Mayıs Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, January 2020. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/338863880_Kuresel_Cevre_Sorunlari_ve_Turkiye'de_Cevre_Egitiminin_Durumu

Sosyal Bilimler Dergisi / The Journal of Social Sciences, Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, Yıl:6, sayı:43, Aralık 2019, s.525-537 ISSN: 2149-0821 Doi Number: http://dx.doi.org/10.16990/SOBIDER.37027

Bilim Genç Tübitak, Küresel Isınmanın Nedenleri nelerdir? Dr.Mahir E.Ocak 21/01/2015 Obtenido de: https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/kuresel-isinmanin-nedenleri-nelerdir

United Nations, Climate Change, 2019, Obtenido de: https://www.un.org/en/sections/issues-depth/climate-change/

NRDC GLOBAL WARMING 101 OUR STORIES GUIDE, March II,2016 Amanda MacMillan Obtenido de: https://www.nrdc.org/stories/global-warming-101

NRDC OUR STORIES GUIDE, The IPCC Climate Change Report: Why it matters to Everyone on the Planet, November 21,2018 Courtney Lindwall. Obtenido de: https://www.nrdc.org/stories/ipcc-climate-change-report-why-it-matters-everyone-planet

ÇEVRECİYİZ, ÖNCELİĞİMİZ ÇEVRE, İklim Değişikliğinin etkileri nelerdir? Prof.Dr. Levent Kurnaz, Şubat 2016, Obtenido de: http://www.cevreciyiz.com/makale-detay/1025/iklim-degisikliginin-etkileri-nelerdir

iklimBU, Boğaziçi Üniversitesi, İklim Değişikliği ve Politikaları Uygulama ve Araştırma Merkezi, İklim Değişikliği ve Karbon, Obtenido de: http://climatechange.boun.edu.tr/iklim-degisikligi-ve-karbon/ ; Karbon Ayakizi, http://climatechange.boun.edu.tr/karbon-ayakizi/ ; Kimyasal Kirlilik, http://climatechange.boun.edu.tr/kimyasal-kirlilik/; Ozon Tabakası, http://climatechange.boun.edu.tr/ozon-tabakasi/; Sera Etkisi Nedir? http://climatechange.boun.edu.tr/sera-etkisi-nedir/

Su Kaynakları Hakkındaki Gerçekler, Birleşmiş Milletler Dünya Su Gelişim Raporu 2'nin Özeti, GreenFacts Sağlık ve Çevre ile İlgili Gerçekler, Obtenido de: https://www.greenfacts.org/tr/water-resources/water-resources-foldout-tr.pdf

ScienceDaily, Water Pollution, Obtenido de: https://www.sciencedaily.com/terms/water_pollution.htm

SUSTAINABILITY For all, Water, Causes and Consequences of Water Pollution, Obtenido de: https://www.activesustainability.com/water/causes-consequences-water-pollution/

Encyclopedia Britannica, Biodiversity Loss, Ecology, John P.Rafferty, Jun 14, 2019 Obtenido de: https://www.britannica.com/science/biodiversity-loss

T.C.Kalkınma Bakanlığı, onuncu Kalkınma Planı 2014-2018 Tarım Arazilerinin Sürdürülebilir Kullanımı Çalışma Grubu Raporu 2023, Ankara 2014. Obtenido de: http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/10/10_TarimArazilerininSurdurulebilirKullanimiCalismaGurubuRaporu.pdf

PDF) Elektronik Sosyal Bilgiler Eğitimi Dergisi, Yanlış Arazi Kullanımı. Dr.Ali Ekber Gülersoy, January 2014, Obtenido de: https://www.researchgate.net/publication/292982358_Yanlis_Arazi_Kullanimi

BİANET BAĞIMSIZ İLETİŞİM AĞI, 2018. Obtenido de: https://m.bianet.org/bianet/ekoloji/201474-ipcc-1-5-c-derece-raporu-yayinlandi

Küresel Isınma BM İklim Değişikliği Sözleşmesi ve KYTO Protokolü, Melih ULUEREN. Retrieved from: http://www.mfa.gov.tr/kuresel-isinma-bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-ve-kyto-protokolu.tr.mfa

PDF DSİ Genel Müdürlüğü, Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı, İklim Değişikliği Birimi, KÜRESEL ISINMA VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ. Obtenido de: http://www.dsi.gov.tr/docs/iklim-degisikligi/kuresel_isinma_ve_iklim_degisikligi.pdf?sfvrsn=0

PDF Global warming of 1.5°**C ,** An IPCC Special Report on the impacts of global warming of. Obtenido de: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_Low_Res.pdf

AURA BELGELENDİRME DOĞRULAMA MUAYENE EĞİTİM, Sera Gazı Nedir. Obtenido de: https://www.seragazidogrulama.com/sera-gazi-nedir-sera-gazlari-nelerdir-nasil-olusur-sera-gazi-etkisi-nedir-sera-gazi-emisyonu-nedir-nasil-azaltilir

PDF CLIMATE CHANGE PRIMER, Dr.D.Michael Shafer, December, 2017. Obtenido de: https://warmheartworldwide.org/free-download-climate-change-primer/?gclid=Cj0KCQjw2PP1BRCiARIsAEqv-pQBqIsIj1ihVUwt2XcV34eI6QTAl1WkReSjhzoKylVPPOOxHsNkhvUaAtBDEALw_wcB

CEVREONLINE, SU KİRLİLİĞİ. Obtenido de: https://cevreonline.com/su-kirliligi/

Our News, Nedir Bu Kuraklık, 2014. Obtenido de: http://www.wwf.org.tr/?2620

PDF, İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE PLANSIZ ŞEHİRLEŞMENİN KİLİS ŞEHRİNDE YOL AÇTIĞI SEL FELAKETLERİ, Mehmet Emin Sönmez, Ökkeş Kesici. Obtenido de: http://static.dergipark.org.tr/article-download/imported/1021008404/1021007111.pdf?

Avrupa Çevre Ajansı, Biyolojik Çeşitlilik, Ekosistemler, 10.02.2020, https://www.eea.europa.eu/tr/themes/biodiversity/intro

Biyolojik Çeşitlilik Nedir; https://biyolojik-cesitlilik.nedir.org/

Study.com, https://study.com/academy/lesson/types-of-land-uses-recreational-transport-agricultural-residential-commercial.html

What are the Different Kinds of Land Called? https://sciencing.com/different-kinds-land-called-8533115.html

PREGUNTAS:

Preguntas de Verdadero/Falso

1. (V / F) Cada individuo causa una cantidad diferente de emisión de carbono dependiendo de dónde y cómo vive y la huella de carbono de cada persona es diferente de la otra, desde el tipo de alimentos que come, a su modo de transporte y el consumo de electricidad.

2. (V / F) El transporte, los procesos industriales, la electricidad y el uso de combustibles fósiles causan un bajo consumo de energía..

3. (V / F) La cantidad de residuos en el mundo está en un nivel muy bajo. Esta situación es buena para los recursos naturales y las zonas habitadas de la Tierra.

4. (V / F) La cría masiva de animales de engorde debido al aumento del consumo de carne provoca la liberación de grandes cantidades de gas metano en la atmósfera.

5. (V / F) Podemos aumentar nuestra huella de carbono ahorrando energía y cambiando algunos de nuestros hábitos. Por ejemplo, el uso de coches privados reducirá las emisiones de carbono que causamos.

6. (V / F) Los productos químicos orgánicos como inorgánicos son las principales causas de la contaminación química y los contaminantes químicos más comunes son los compuestos que se utilizan en grandes extensiones y, son permanentes y no se desvanecen fácilmente en la naturaleza.

7. (V / F) Hay agua en los mares, océanos, ríos, lagos, acuíferos y aguas subterráneas, pero la contaminación del agua está causada principalmente por los buques en el mar y no está influenciada por los cambios en el clima y las condiciones naturales.

8. (V / F) Los cambios en el medio rural, como la contaminación ambiental, el cambio climático, el crecimiento urbano y la deforestación tienen efectos directos en los ecosistemas y en los recursos hídricos.

9. (V / F) Sólo los animales causan polución líquida y la contaminación del agua, e indirectamente debido a ésta, causan una excesiva contaminación en el suelo y la vegetación y causan una rápida destrucción del medio ambiente.

10. (V / F) La sequía es en realidad un fenómeno climático normal y recurrente que comienza muy lentamente, se desarrolla durante meses e incluso años y afecta a zonas muy extensas y es diferente de otros fenómenos, y se produce debido a la disminución de las precipitaciones generadas en una o más estaciones.

11. (V / F) La sequía no se produce en todas las regiones climáticas y la vulnerabilidad a la sequía en la región y el grado de sus efectos no varían mucho de una región a otra.

12. (V / F) La biodiversidad es el nombre que se da a los sistemas ecológicos, las especies y la diversidad genética en todo el mundo o en un determinado hábitat, y la riqueza de las especies y variedades vegetales y animales en una región se denomina diversidad biológica.

13. (V / F) Debido al cambio climático global, a la urbanización y al mal uso de la tierra, los daños causados por las inundaciones, la erosión y las sequías aumentan día a día.

14. (V / F) El bosque, que es uno de los elementos más importantes del ecosistema, es muy importante en términos de su no-renovabilidad y lugar indispensable de la vida humana y de los seres vivos, así como para asegurar la continuación de la cadena primaria de producción vegetativa, la cadena alimentaria que permite la supervivencia de la vida herbívora y carnívora.

15. (V / F) Se entiende por ordenación territorial incorrecta la utilización de las tierras sin tener en cuenta las propiedades geológicas, geomorfológicas (pendiente, topografía, aspecto, etc.), de vegetación, hidrológicas y de suelo.

16. (V / F) La construcción de aeropuertos en tierras aluviales, la construcción de presas, carreteras, fábricas, túneles, canales, etc. en tierras agrícolas de primera clase y el mal aprovechamiento de las zonas agrícolas productivas son las principales causas de la degradación del suelo.

17. (V / F) La utilización de zonas agrícolas para la construcción de poblaciones e instalaciones industriales y el uso indebido de las tierras agrícolas puede considerarse una forma de uso correcto de la tierra.

18. (V / F) Las lluvias ácidas procedentes de combustibles fósiles, residuos industriales, minerales, domésticos y nucleares, etc., provocan la degradación química y biológica de la tierra.

19. (V / F) Dejar caer basura sólida y líquida en cualquier lugar (depósito incontrolado) es una de las razones del mal uso de la tierra y es un factor clave en la pérdida del valor de la tierra.

Preguntas de Opción Múltiple

20. ¿Cuál de los siguientes no es una amenaza para los seres humanos en el marco de los problemas ambientales mundiales?
    a) Salud y seguridad
    b) Supervivencia de otras especies
    c) Seguridad alimentaria
    d) Tipología constructiva

21. ¿Cuál de las siguientes no se clasifica como un problema ambiental global?
a) Aumento de la contaminación del agua, el suelo y el aire,
b) Aumento de la biodiversidad
c) Cambio climático y efecto invernadero
d) Agotamiento de la capa de ozono

22. Cambio climático significa:
a) cuando se produce un cambio en el sistema climático mundial y provoca un clima cálido
b) cuando se produce un cambio en el sistema atmosférico mundial y provoca nuevos climas
c) cuando se produce un cambio en el sistema climático mundial y provoca nuevos climas
d) cuando se produce un cambio en el sistema atmosférico mundial y provoca climas fríos.

23. El cambio climático se ha visto afectado principalmente por el ;
a) Plantas y biodiversidad,
b) Animales,
c) Sol,
d) La actividad realizada por los seres humanos

24. Según el Informe Especial sobre el Calentamiento Global, ¿cuál es el límite que no se debe sobrepasar?
a) 3.0°C
b) 1.5°C
c) 2.0°C
d) 1.0°C

25. Varios factores y sustancias pueden causar que la temperatura promedio de la Tierra aumente o disminuya y el más importante de estos factores es:
a) Gases de efecto invernadero,
b) Rotación de la tierra,
c) El acercamiento al sol,
d) Bosques

26. Se cree que el principal factor causante del calentamiento global es el aumento de la cantidad de ;
a) Óxido Nitroso y vapor de agua en la atmósfera,
b) Ozono y Perfluoro Carbono en la atmósfera,
c) Dióxido de carbono y metano en la atmósfera,
d) Hidrofluoruro de Carbono y Fluoruro de Sulfurhexea en la atmósfera

27. Es posible reducir las cantidades de emisión de gases de efecto invernadero prestando atención a los siguientes puntos:

a) Se deben reducir las zonas verdes en las ciudades,
b) El sistema fiscal para los vehículos antiguos debe ser reorganizado,
c) Las aguas residuales deben ser tratadas,
d) Deberían aumentarse las zonas forestales.

28. Es preciso desarrollar tecnologías que permitan ahorrar energía en todos los ámbitos, desde la industria hasta la agricultura, y aumentar la contribución de las fuentes de energía renovables para superar el cambio climático, como por ejemplo :
a) Solar (fotovoltaica),
b) Geotérmico,
c) Biomasa y viento
d) Combustible fósil

29. La distribución de ..... en los sistemas hidrológicos naturales conducirá a la degradación de los ecosistemas acuáticos.
a) aguas residuales tratadas inadecuadamente
b) aguas subterráneas adecuadamente tratadas
c) Agua potable inadecuadamente tratada
d) agua de mar adecuadamente tratada

30. La principal consecuencia de la contaminación del agua es la desaparición de la biodiversidad y de los ecosistemas acuáticos donde también debido a ....., ... y..... aparecen bajo el suelo y por lo tanto contaminan las aguas subterráneas.
a) Forestación, sedimentos y gases
b) Desforestación, sedimentos y bacterias
c) Sedimentos, carreteras y túneles
d) Urbanización, bosques y gases.

31. ....., ... y .... son las principales dificultades ambientales de nuestra época que pueden amenazar el hábitat y el medio de vida más básico de la mayoría de la población mundial y crear un riesgo para la seguridad alimentaria.
a) Bosques, parques y atascos
b) Urbanización, edificios y degradación paisajística
c) Sequía, desertificación y degradación de la tierra
d) Tipos de incivilización, forestación y transporte

32. ..... es el descenso de la población animal y vegetal en todo el mundo.
a) Calentamiento global
b) Cambio climático
c) Pérdida de biodiversidad
d) Cambio de estaciones

33. La diversidad biológica se refiere a la diversidad y variabilidad de ;
a) Los seres vivos, sus interacciones entre sí y con su entorno
b) Las plantas, sus interacciones con los animales y con los bosques
c) Los animales, sus interacciones con las plantas y con los ríos
d) Los seres humanos, sus interacciones con los bosques y con las aguas subterráneas

34. ¿Cuál de las opciones siguientes no corresponde a la clasificación de los beneficios de la biodiversidad?
a) Diversidad vegetal
b) Diversidad de los animales
c) Diversidad Urbanística
d) Diversidad de los ecosistemas

35. ¿Cuál de los puntos siguientes no corresponde a la categoría de la biodiversidad?
a) Diversidad genética
b) Diversidad de especies
c) Diversidad de los ecosistemas (procesos)
d) Diversidad del mar

36. ¿Cuál de los puntos siguientes no es el objetivo principal del Convenio sobre la Diversidad Biológica, firmado internacionalmente por los países?
a) La protección de la diversidad biológica
b) Utilización sostenible de los recursos biológicos
c) Consumir los recursos naturales sin restricciones
d) Utilización de los beneficios derivados de los recursos genéticos y su distribución equitativa y justa

37. ¿Cuál de estos factores no es la causa principal de la pérdida de biodiversidad?
a) Cambios en los hábitats naturales debido a los sistemas de producción agrícola intensiva;
b) el uso excesivo de los bosques, océanos, ríos, lagos y suelos;
c) la contaminación y el creciente cambio climático mundial,
d) Cambios de las rutas de las carreteras

38. ..... se ve muy afectada, especialmente por la falta de infraestructura y el mal uso, y se enfrenta a la amenaza de la desertificación y la erosión de la tierra.
a) Transporte
b) Agricultura
c) Alimentos
d) Construcciones

39. ¿Cuál de los puntos siguientes no es un tipo de uso de la tierra?
    a) Transporte
    b) Agrícola
    c) Residencial
    d) Desierto

40. ¿Cuál no es una causa de uso inadecuado de la tierra?
    a) La conversión de las zonas agrícolas en poblaciones
    b) Cruzando los caminos por las zonas agrícolas no productivas
    c) La utilización de zonas no aptas para la agricultura
    d) Crecimiento demográfico incontrolado

41. Como resultado del mal uso del suelo, la tierra pierde su valor productivo al pasar por ciertas etapas y transformarse en áreas inútiles en términos de ....., ... y .....
    a) transporte, silvicultura y parques
    b) parques, bosques y edificios
    c) agricultura, silvicultura y ganadería
    d) alimentos, agricultura y población

Respuestas correctas: ¡Véase el anexo "Respuestas"!

CAPITULO 3

Cómo funcionan los Ecosistemas

Belda ERKMEN[6] & İbrahim ÖRÜN[7]

3.1. Concepto de Ecosistema

Un ecosistema es una zona con un modelo de paisaje específico, como un desierto abrasador, un prado, un río, estanques, lagos o estuarios, etc. La composición del ecosistema depende de sus características geográficas como montañas, lagos, ríos, zonas costeras o islas. Las condiciones climáticas como la lluvia, la luz solar, la temperatura, etc. también condicionan los ecosistemas. Las características geográficas, climáticas y del suelo crean su componente no viviente (abiótico). Estas características forman las condiciones que sustentan a sus seres vivos (bióticos; plantas y animales de la comunidad) que viven en estas condiciones específicas. (Bornmann y Likens, 1967). Un ecosistema puede ser de diferente tamaño, tan grande como un bosque entero o tan pequeño como un árbol.

Los ecosistemas se dividen en general en ecosistemas terrestres y acuáticos. Estos crean las dos principales condiciones de hábitat para todos los organismos vivos. Los ecosistemas terrestres incluyen el desierto, las praderas, los bosques y los ecosistemas acuáticos incluyen estanques, ríos, arroyos, océanos y estuarios, etc. Los ecosistemas terrestres como los acuáticos son sistemas autorregulados y abiertos en los que las entradas y salidas con otros sistemas son libres (Bornmann y Likens, 1967). Así pues, los ecosistemas tienen un componente biótico y abiótico que es específico de una región y que le confiere sus propias características particulares. Sobre el terreno podemos observar fácilmente un conjunto de características de cada ecosistema, incluyendo el aspecto del ecosistema, su estructura, la composición de las partes bióticas (Elmqvist et al., 2010).

[6] Prof. Adjunto Dr. Universidad Aksaray, Facultad de Ciencias y Letras, Departamento de Biología, berkmen@aksaray.edu.tr

[7] Prof. Dr., Universidad de Aksaray, Facultad de Ciencias y Letras, Departamento de Biología, iorun@aksaray.edu.tr

3.1. Estructura y Función de un Ecosistema

El término ecosistema se usó por primera vez por el ecologista británico Arthur Tansley en 1935. Un ecosistema es una unidad estructural y funcional de la biosfera que incluye seres vivos (plantas, animales, microbios) y no vivos (aire, agua, suelo) que interactúan como un sistema. Los seres vivos se refieren a las partes bióticas, la biocenosis, en conjunción con los componentes abióticos, el biotopo, que abarca la región física de la vida (Odum y Barret, 2005). Según E.P. Odum (2005) la comunidad biótica y su entorno funcionan juntos como una unidad ecológica llamada "ecosistema".

Puesto que sabemos que los ecosistemas están compuestos por muchos componentes abióticos y bióticos que interactúan entre sí, estas interacciones deben ser la clave de lo que pueden hacer los ecosistemas. La ecología funcional describe cómo funcionan los componentes en un ecosistema, incluyendo la forma en que las partes bióticas responden a los cambios ambientales y cómo la energía y la materia se mueven a través de los ecosistemas. Todos los ecosistemas naturales tienen una estructura y componentes principales y cada componente tiene un estatus definido que cumplir en el funcionamiento del sistema. Cada ecosistema funciona a través de varios mecanismos de transferencia de energía y ciclos biogeoquímicos. Tanto las partes vivas como las no vivas del sistema interactúan entre sí a través de varios aspectos funcionales para formar los ecosistemas naturales. Los aspectos funcionales de los ecosistemas incluyen el flujo de energía y el ciclo de materiales a través de los componentes estructurales del ecosistema (Şekercioğlu, 2010). Según Woodbury (1954), el ecosistema es un complejo en el que los animales, las plantas y el hábitat se consideran una unidad, la materia y la energía de uno que entra y sale de los otros.

3.1.1. Productores, Consumidores y Descomponedores

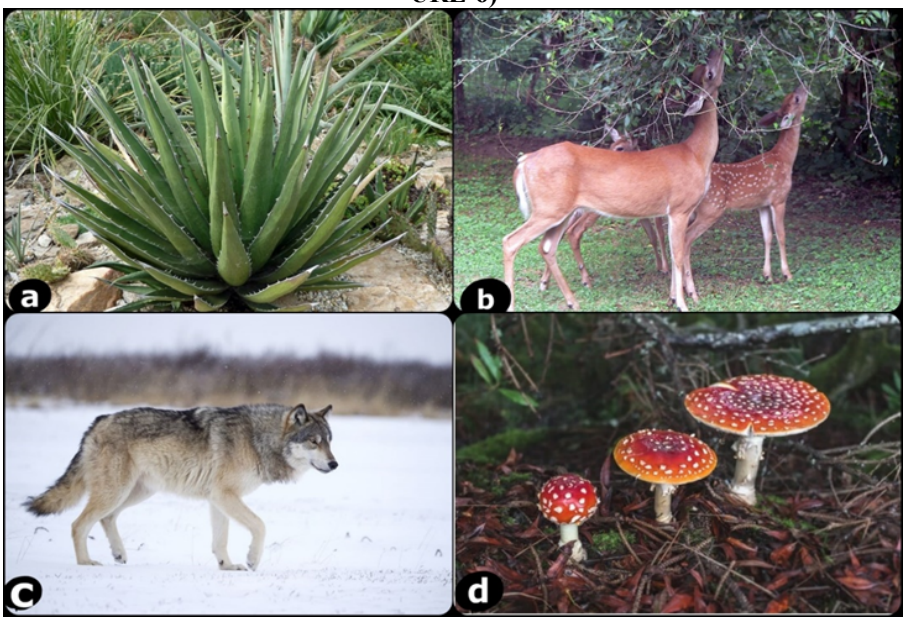
Desde el punto de vista de la nutrición, los componentes bióticos pueden clasificarse como autótrofos o heterótrofos según su fuente de alimentación. La vida en la tierra y en el agua es posible gracias a la existencia de los autótrofos, organismos fotosintéticos como las algas y las plantas. Estos organismos sólo requieren nutrientes inorgánicos y luz solar para producir nutrientes orgánicos para su propia energía y para todos los demás organismos. Se llaman productores, por lo tanto, forman la base del mundo viviente (Benerje et al., 2013; URL-1). Los organismos fotosintéticos poseen clorofila y realizan la fotosíntesis en los hábitats marinos y de agua dulce.

Otro gran grupo de organismos son los heterótrofos. Se llaman consumidores porque obtienen la energía que ha generado un productor. Hay cuatro tipos de consumidores. Los herbívoros son animales que comen plantas o algas. Los carnívoros se alimentan de herbívoros y a veces de otros carnívoros. Los omnívoros son animales que comen tanto plantas como animales. Los detrívoros son plantas y animales que se alimentan de detritus, que consisten en materiales orgánicos que regresan al suelo. Las bacterias y los hongos, incluyendo los hongos, son descomponedores. Obtienen los nutrientes descomponiendo la materia orgánica compleja que se encuentra en los tejidos de las plantas y los animales. Estas sustancias son absorbidas nuevamente por las plantas (Odum y Barret, 2005; URL-2)

3.1.2. Flujo de la Energía en el Ecosistema

Ningún ecosistema puede funcionar sin energía. En muchos ecosistemas, el sol es la primera y única fuente de energía. La energía fluye a través del ecosistema por medio de la fotosíntesis. Sabemos que, la luz solar es capturada primero por las plantas y las bacterias fotosintéticas y la almacenan en sus tejidos para fabricar alimentos a partir de materiales inorgánicos simples (Likens et al., 1987; Kooijman et al., 2010). A medida que los nutrientes orgánicos pasan de una parte del ecosistema a otra, como cuando un carnívoro se come a un herbívoro, sólo se transfiere una parte de la cantidad de energía original. En consecuencia, durante la liberación de energía celular, una porción importante de la energía almacenada en las moléculas orgánicas se pierde en forma de calor. El calor que se escapa de las plantas y los animales no puede ser recuperado y reutilizado por otros organismos vivos. Todos los heterótrofos dependen para su alimentación de los productores, ya sea directa o indirectamente. Así que hay un flujo unidireccional de energía del sol a los productores y luego a los consumidores. Las leyes de la termodinámica apoyan el concepto de que la energía fluye a través del ecosistema. La primera ley expresa que la energía no puede crearse ni destruirse (Bornman y Likens, 1967; Odum y Barret, 2005). Esto aclara por qué los ecosistemas dependen de un suministro constante de energía que utilizan los organismos fotosintéticos para sintetizar los nutrientes orgánicos. La segunda ley establece que la energía siempre se transforma de una forma más aprovechable a otra menos aprovechable como el calor (Odum y Barret, 2005). En condiciones naturales, la energía tiende a fluir de nivel superior al inferior.

Figura 1. Componentes bióticos. a. Productor - plantas verdes. b. Herbívoro - ciervo. C. Carnívoro - lobo. D. Descomponedor - hongos. (URL-3; URL-4; URL-5; URL-6)



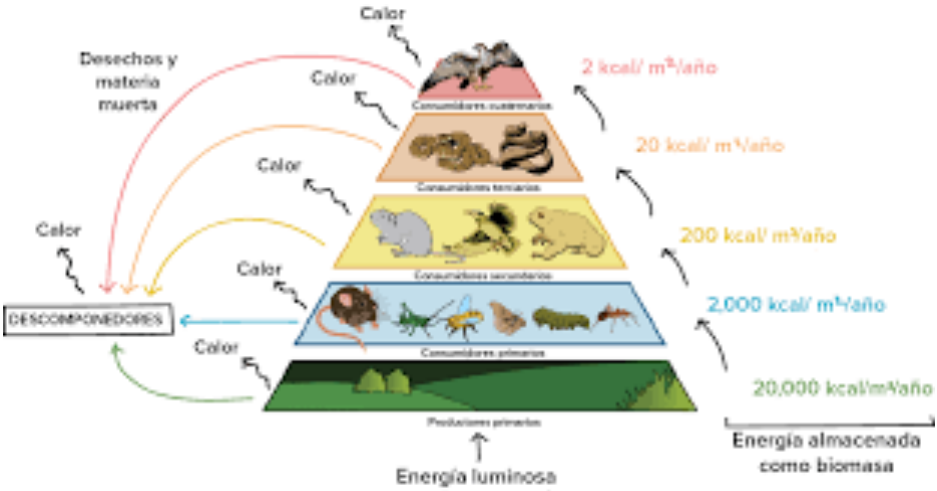
3.1.3. Cadenas Alimenticias

En un ecosistema, la cadena sucesiva de relaciones de alimentación, o quién come a quién se llama cadena alimenticia. Determina cómo se mueve la energía de un organismo a otro dentro del sistema. Un nivel trófico es un nivel de energía (forma orgánica - nutriente) en una cadena alimenticia. Los flujos de energía en una cadena alimenticia, entre el 80 y el 90 por ciento de la energía transferida se pierde en forma de calor (segunda ley de la termodinámica). Se puede atribuir la brevedad de las cadenas alimenticias a la pérdida de energía entre los niveles tróficos. Generalmente, sólo alrededor del 10 % de la energía de un nivel trófico está disponible para el siguiente nivel trófico. Por lo tanto, esto también limita el número de niveles en la mayoría de las cadenas alimenticias terrestres (Barnes et al., 2018; Cebrian, 2015). Las cadenas alimenticias terrestres más largas son raras porque generalmente no tienen una base de productores lo suficientemente grande como para soportar muchos niveles de consumidores. Los organismos se clasifican en una cadena alimenticia según su posición en el nivel trófico. Las plantas verdes - productores - son la base de la cadena alimenticia para herbívoros y pertenecen al primer nivel trófico. (consumidores primarios) y los carnívoros que se alimentan de herbívoros están en el tercer nivel trófico, y así sucesivamente.

La transferencia de energía con grandes pérdidas entre los niveles tróficos correlativos se representa a veces como una "Pirámide Ecológica". La transferencia de energía de un nivel trófico al siguiente genera una pirámide basada en el número de organismos individuales o la cantidad de materia viva y el peso seco total en cada nivel trófico. Las pirámides ecológicas se utilizan para comparar la biomasa y la transferencia de energía entre los niveles tróficos (Bornman y Likens, 1967).

Figura 2. El flujo de energía a través de un ecosistema. (URL-7)

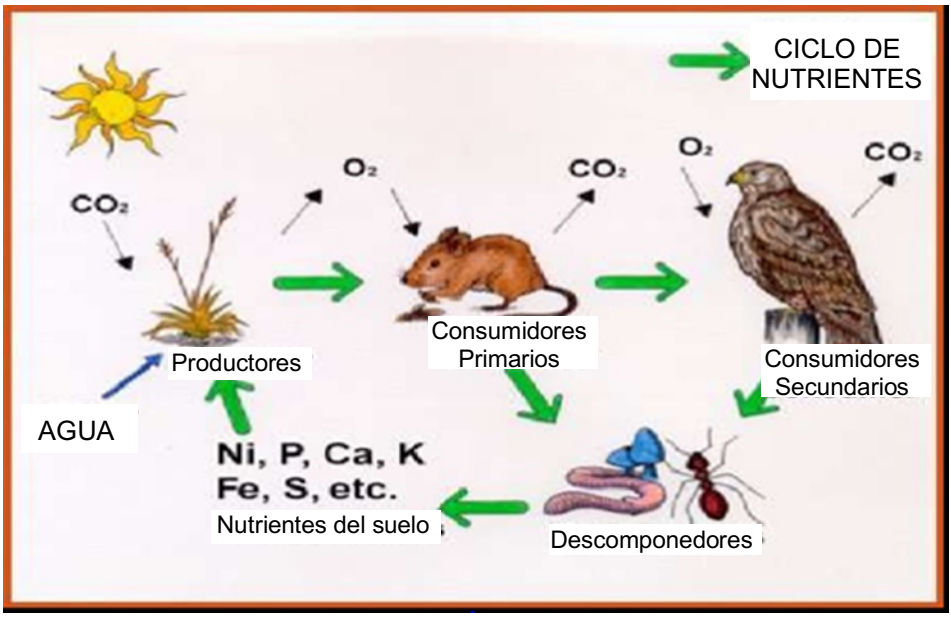
https://images.app.goo.gl/wU34pxiZXzh1WqPKA



3.1.4. Ciclo de los Nutrientes en el Ecosistema

Las vías de transferencia de elementos entre los componentes vivos (bióticos) y no vivos (abióticos-geológicos) del ecosistema conocidas como " ciclos de los elementos" o " ciclos de los nutrientes". Es el ciclo de nutrientes que necesitan los organismos vivos, a través de diferentes segmentos de la biosfera (Kooijman, 2010). Implica el movimiento de los nutrientes en un ecosistema. Todas las funciones del ecosistema están relacionadas con el crecimiento y la reproducción de sus comunidades bióticas. Estos procesos vinculados pueden describirse como una variedad de ciclos. La sostenibilidad de los ecosistemas naturales depende de la energía del sol y de la capacidad de reciclar los nutrientes, lo que proporciona un suministro constante de los ingredientes esenciales para la vida.

Figura 3. Las cadenas alimenticias son una descripción de quién se come a quién. (URL-7)



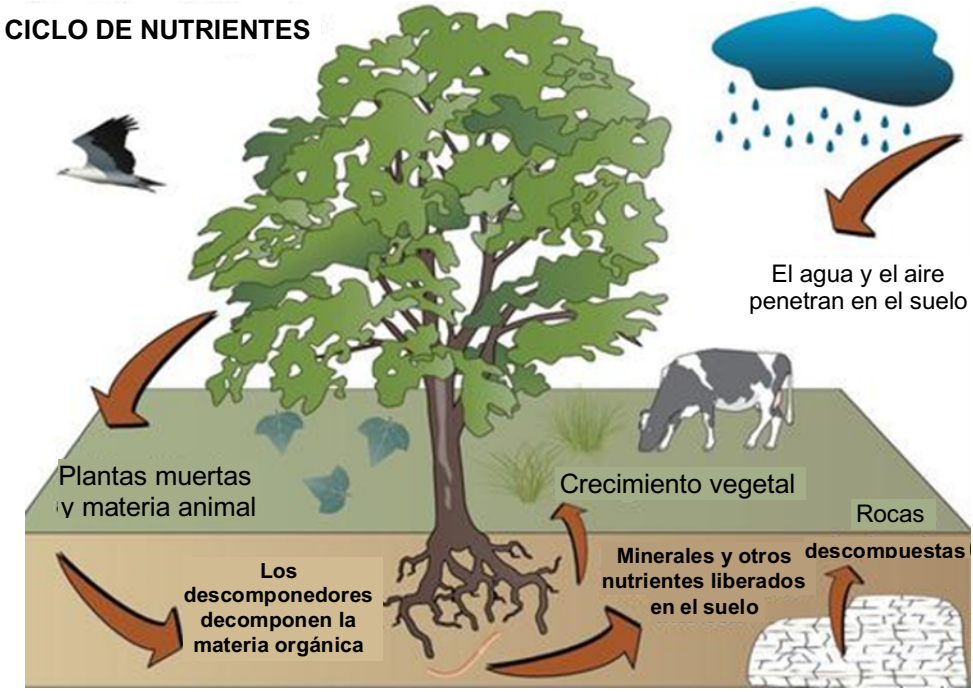
Los nutrientes contienen más de 40 elementos considerados esenciales para diversos procesos vitales de los organismos vivos (Cebrián, 2015). Los nutrientes pueden clasificarse como macronutrientes que se requieren en grandes cantidades, por ejemplo, carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, etc. o micronutrientes que se requieren en pequeñas cantidades, por ejemplo, hierro, zinc, cobre, yodo, etc.

En los ecosistemas, los nutrientes fluyen desde el medio ambiente circundante a través de las cadenas tróficas, pero finalmente son liberados nuevamente en el medio ambiente. Las plantas absorben los nutrientes en forma iónica y los animales los obtienen en forma orgánica a través del consumo de organismos vivos o muertos. En general, los

nutrientes son aprovechados por los microorganismos en cualquier forma mineral u orgánica. El intercambio de nutrientes entre los organismos vivos y su entorno es uno de los aspectos esenciales del ecosistema.

Un ciclo de nutrientes o biogeoquímico puede dividirse a grandes rasgos en dos tipos: a. sedimentario y b. gaseoso. Los ciclos del carbono y el nitrógeno son gaseosos, lo que significa que la reserva de este tipo de ciclo de nutrientes existe en la atmósfera. El ciclo del azufre y el fósforo es un ciclo sedimentario; los nutrientes son extraídos del suelo por las plantas, pasan a los heterótrofos y finalmente son devueltos al suelo por los descomponedores (Likens et al., 1981; URL-2)

Figura 4. Ciclo de los nutrientes entre estos elementos de los ecosistemas. (URL-9)



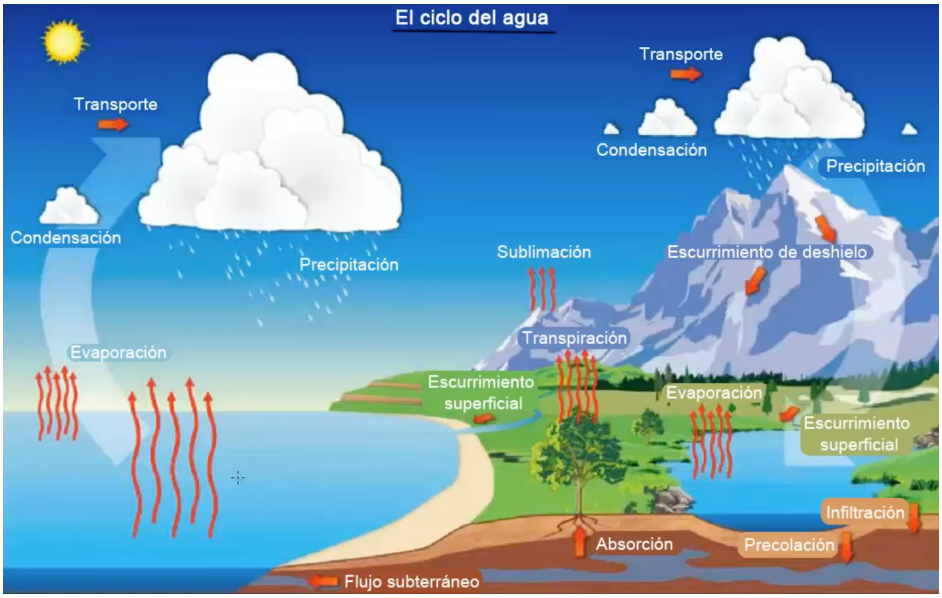
3.1.5. El Ciclo del Agua

El ciclo del agua describe la presencia y el movimiento del agua sobre, dentro y encima de la tierra. El agua siempre está en movimiento y siempre está cambiando de estado, de líquido a vapor a hielo y viceversa. Sólo una pequeña cantidad de agua de la Tierra puede ser usada por los organismos vivos. La evaporación, la precipitación y la condensación son los procesos básicos del ciclo del agua.

Durante el ciclo del agua, el agua dulce se destila a partir del agua salada por evaporación. En el proceso de evaporación, el agua cambia de líquido a un estado gaseoso o de vapor. A continuación, se produce la condensación. La condensación es el proceso

en el que un gas en el aire se convierte en líquido. La condensación es responsable de la formación de nubes, las cuales al enfriarse caen en forma de lluvia sobre los océanos y la tierra (Bets, 2010). La precipitación es la conexión principal en el ciclo del agua que proporciona la entrega de agua atmosférica a la Tierra. Parte del agua procedente de la precipitación (por ejemplo, la lluvia, la nieve) penetra en el suelo y las rocas del subsuelo. La cantidad de agua que penetra depende de la cubierta terrestre o del tipo de suelo (Bets, 2010).

Figura 5. El ciclo del Agua (URL-10)



3.1.6. El ciclo del Carbono

El carbono es una de las principales sustancias que componen los tejidos vivos. La vida es un evento que depende de la existencia de grandes moléculas orgánicas. Las grandes moléculas también contienen carbono en su estructura. No puede haber vida sin carbono. La fuente natural del dióxido de carbono en la rocas son los volcanes. Sin embargo, a lo largo de millones de años, se ha establecido un equilibrio entre el nuevo carbono que ha entrado en juego y el carbono que ha sido desactivado como piedra caliza y combustible fósil. El dióxido de carbono de la atmósfera y el dióxido de carbono del agua están en equilibrio.

El movimiento del carbono entre los organismos vivos y el medio ambiente se llama el ciclo del carbono. El carbono es una parte indispensable de los carbohidratos, las grasas, las proteínas y otras biomoléculas necesarias para todos los seres vivos. En el ciclo ambiental del carbono, el dióxido de carbono tiene dos colectores: La atmósfera y el agua de superficie. El dióxido de carbono atmosférico (CO2) es tomado del aire por las plantas y otros organismos fotosintéticos. El dióxido de carbono (CO2) se convierte en nutrientes por la fotosíntesis que se utilizan a lo largo de la cadena alimenticia. Cuando los

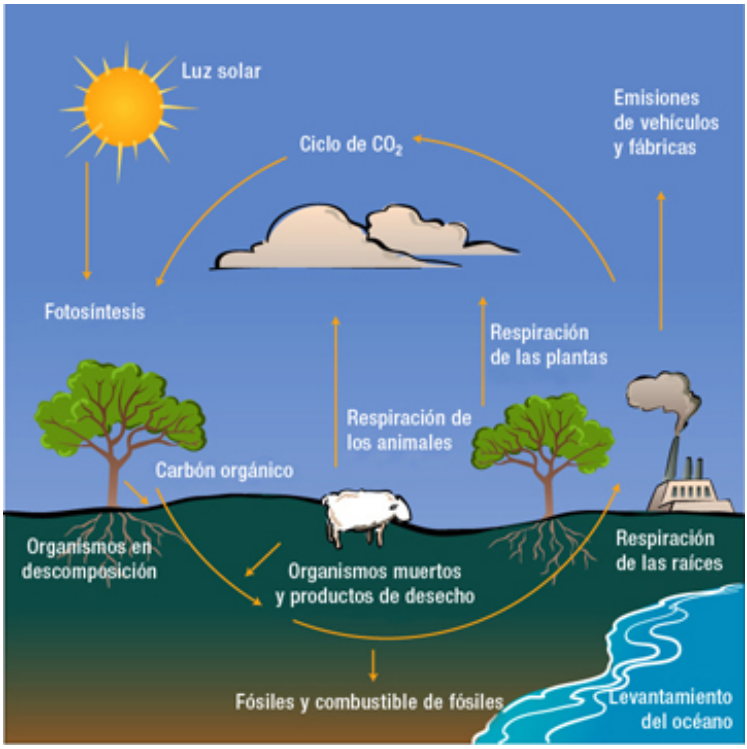
organismos respiran, el carbono vuelve a entrar en la atmósfera como dióxido de carbono (CO2). Todas las sustancias orgánicas que se producen no se convierten inmediatamente en dióxido de carbono como resultado de la respiración y la descomposición. La materia orgánica producida por las plantas ha permanecido sepultada sin descomponerse durante periodos geológicos, y el carbón y el lignito, y el petróleo procedente del plancton de los mares han permanecido ocultos en el subsuelo.

En los ecosistemas acuáticos, el CO2 atmosférico se disuelve en el agua para producir el ión bicarbonato (HCO3-), que puede ser aprovechado y fijado por las algas y las bacterias que son la base de la red alimentaria acuática.

Tanto las plantas como los animales devuelven el carbono fijado al suelo a través de los residuos que excretan. Cuando mueren, devuelven su carbono al medio ambiente. Estos procesos completan el ciclo del carbono. Generalmente, la descomposición de los organismos devuelve el dióxido de carbono (CO2) a la atmósfera (Kooijman, 2010; Woodmansee, 1990).

Parte del carbono se encuentra en las profundidades de la tierra en forma de carbón, petróleo, gas natural, los materiales que llamamos "combustibles fósiles". El combustible fósil es producto de la descomposición total o parcial de los restos de animales vegetales como resultado de la exposición al calor y la presión en la corteza terrestre durante millones de años. Cuando estos combustibles se extraen y queman, liberan dióxido de carbono (CO2) y gas de monóxido de carbono en el aire.

Figura 6. El ciclo del Carbono (URL-10)

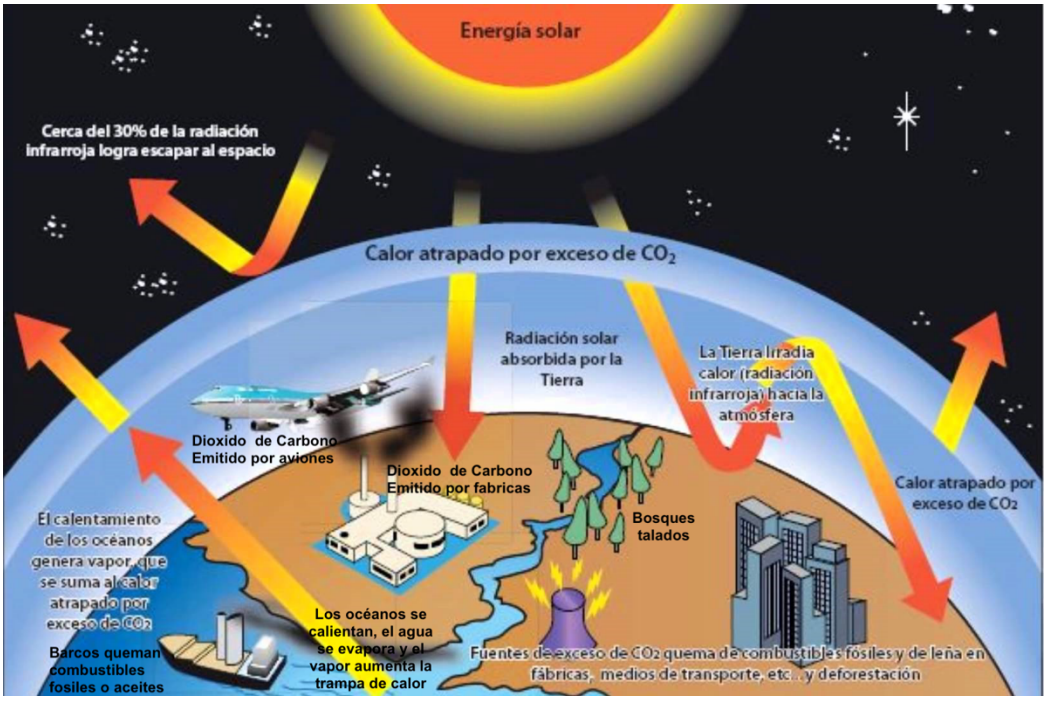


3.1.6.1. Calentamiento global

El hombre, que es el más activo en la ecósfera de entre todos los seres vivos, está en camino de cambiar los ciclos ecológicos así como muchos aspectos de la naturaleza. Por ejemplo: La extracción de combustibles fósiles de donde están almacenados y su uso, destruyendo la vegetación de la tierra, afecta significativamente al balance del carbono en la ecósfera. Desde la revolución industrial, el dióxido de carbono producido por los seres humanos que han utilizado combustibles fósiles intensivamente ya ha cambiado el equilibrio natural del ciclo del carbono en el ecosistema.

En los últimos 100 años, los niveles de dióxido de carbono (CO2) en la atmósfera han aumentado alrededor de un 30%. El aumento de los niveles de dióxido de carbono (CO2) en la atmósfera es el resultado del deterioro del ciclo del carbono, atribuido principalmente a la quema de combustibles fósiles y a varias actividades humanas. Esto ha aumentado el efecto invernadero de la atmósfera terrestre y ha hecho que la tierra se caliente más. Este hecho se conoce como "Calentamiento Global" (Kooijman, 2010). El cambio climático exige una profunda reducción de las emisiones, así como el uso de alternativas a los combustibles fósiles en todo el mundo.

Figura 7. Cómo actúa el efecto invernadero (URL-11)



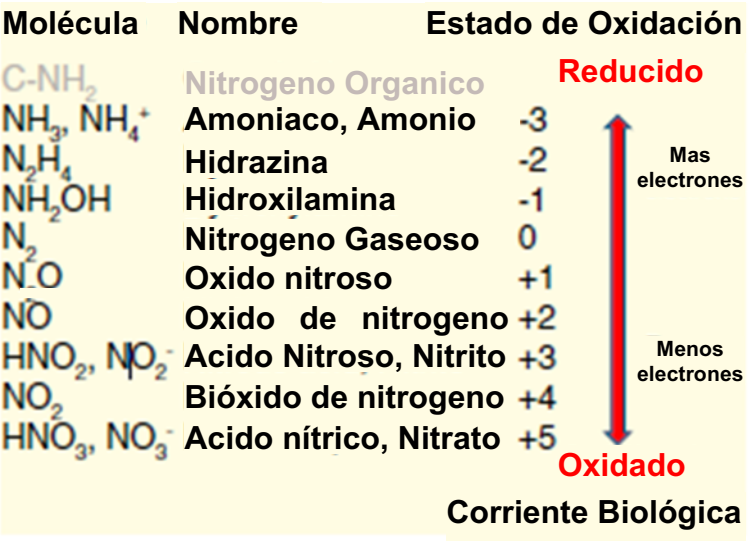
3.1.7. Ciclo del Nitrógeno

El nitrógeno, el elemento más abundante en la atmósfera, es esencial para la vida. Aparte de las proteínas que son la base de los organismos vivos, se encuentra en la estructura de los ácidos nucleicos, varias hormonas y vitaminas al servicio de la herencia.

El gas nitrógeno (N_2) constituye el 78% de la atmósfera, pero no puede ser absorbido directamente por las plantas sin sufrir una transformación. Este nitrógeno se mueve a través de las partes bióticas y abióticas del ecosistema. Se mueve principalmente a través de procesos biológicos. Este proceso se llama "Ciclo del Nitrógeno" (Stein y Klotz, 2016).

La base del ciclo del nitrógeno es la transformación del nitrógeno libre en el aire en sales inorgánicas y luego en moléculas orgánicas con contenido de nitrógeno en los seres vivos; también forma la conversión de las moléculas orgánicas en sales inorgánicas al descomponerse por medio de la descomposición biológica. En suelos con menos sales de nitrato, la producción vegetal será mucho menor. En términos de sociedades humanas, la deficiencia de nitrógeno en el medio ambiente significa deficiencia de proteínas, es decir, problemas de nutrición y hambre. Por esta razón, es de gran importancia convertir el gas nitrógeno del aire en una forma química que las plantas puedan utilizar tanto de forma natural como artificial.

Figura 8. Estadios del ciclo del nitrógeno. (Stein and Klotz, 2016)



Existen cuatro procesos fundamentales de transformación química que intervienen en el ciclo del nitrógeno: fijación del nitrógeno, amonificación, nitrificación y desnitrificación (Markov, 2012).

a. **Fijación del Nitrogeno:** La fijación del nitrógeno se produce cuando determinadas bacterias convierten el gas nitrógeno (N_2) en amonio (NH_3) que

pueden utilizar las plantas. Este proceso convierte el gas nitrógeno (N_2) de forma que las plantas puedan absorberlo a través de sus sistemas de raíces. Algunas bacterias (Rhizobium) tienen una relación simbiótica con ciertas plantas leguminosas, otras bacterias viven libremente en el suelo o en el agua como las Cianobacterias o Azotobacterias.

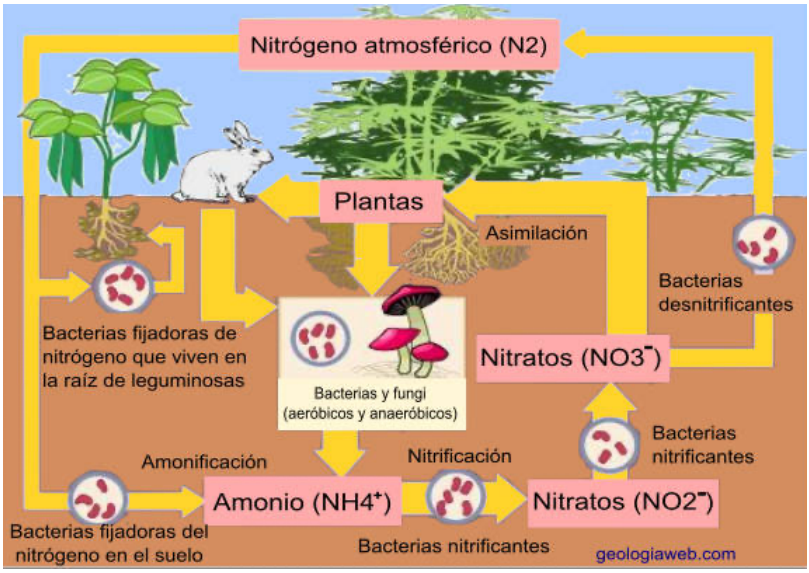
b. **Amonificación (Asimilación del amoniaco):** En este proceso, las bacterias descomponedoras convierten los compuestos de residuos ricos en nitrógeno en otros más simples.
c. **Nitrificacion:** El proceso de nitrificación consiste en la oxidación de amoniaco bajo condicionesestrictamente aeróbicas. Sería el proceso de los nitratos durante el ciclo del nitrógeno. El nitrato es una valiosa fuente de nitrógeno para las plantas. La nitrificación ocurre en dos etapas: el ión amonio es primero convertido por bacteria del género Nitrosomonas en nitrito ($NH_4+ + O_2 \rightarrow NO_2 + H_2O + H+$) y luego NO_2- es convertido en NO_3- (nitrato), frecuentemente con la intervención de bacterias el género Nitrobacter. Las plantas absorben NH_4 y NO_3- del suelo y utilizan estos iones para producir proteínas y ácidos nucleicos.
d. **Desnitrificación:** La conversión del nitrato en gas nitrógeno como N_2O, NO y N_2 liberados a la atmósfera, la llamamos "desnitrificación". La desnitrificación afecta negativamente a la agricultura ya que causa la pérdida de nitrógeno de los suelos.

Varias mediciones muestran que el ciclo del nitrógeno es un ciclo bastante regular y equilibrado en la naturaleza. Las principales pérdidas de este ciclo son: la acumulación de nitratos transportados a los mares por las aguas subterráneas y los ríos en los sedimentos del fondo se produce cuando salen del ciclo. Sin embargo, se piensa que los gases de nitrógeno añadidos como consecuencia de las erupciones volcánicas son en cantidades que compensan esta pérdida.

La humanidad afecta al ciclo del nitrógeno así como a todos los ciclos. El efecto más importante de los humanos en el ciclo del nitrógeno es mediante la captación del nitrógeno del aire para la producción de fertilizantes a manos del hombre. La conversión de nitrógeno en fertilizante a través de la industria ha alcanzado niveles significativos hoy en día. Con el fin de alimentar a la creciente población, el uso de fertilizantes inorgánicos en el mundo aumenta cada año. Los fertilizantes nitrogenados representan más de la mitad de todo el consumo de fertilizantes. La extracción artificial de nitrógeno es un proceso que requiere mucha energía. Esta energía es proporcionada por los combustibles fósiles. En consecuencia, otro efecto ambiental de la extracción de nitrógeno como fertilizante es el uso de combustibles fósiles.

Aparte de los fertilizantes utilizados en la agricultura, las aguas residuales, los residuos de diversas industrias químicas nitrogenadas aumentan la cantidad de nitratos y otros productos químicos nitrogenados en lagos, ríos y aguas costeras marinas. Esto, junto con los fosfatos, contribuye a la eutrofización. Otro efecto de los humanos en el ciclo del nitrógeno es debido a los óxidos nítricos (NO) de los combustibles fósiles utilizados en la industria y los vehículos. Los óxidos nítricos son los principales gases que contribuyen a la contaminación del aire en las grandes ciudades.

Figura 9. El ciclo del Nitrógeno (URL 10)



3.1.8. Ciclo del Fósforo

El fósforo es una de las sustancias básicas necesarias para los seres vivos así como el nitrógeno. Los ácidos nucleicos en las células, ATP, que proporciona la transferencia de energía, en la estructura de la membrana celular; también se encuentra en los dientes y huesos. Las rocas de fosfato de la corteza terrestre son el principal reservorio de fósforo en la naturaleza y el otro más grande es el agua. La base del ciclo del fósforo es el transporte de fósforo de la tierra al mar y de los mares a la tierra.

El ciclo del fósforo es el ciclo biogeoquímico en el que el fósforo se transporta y transforma químicamente a través de la litosfera, la hidrosfera y la biosfera. El ciclo del fósforo es un proceso lento que implica pasos de transformación del fósforo (P): Intemperización y precipitación, mineralización e inmovilización y adsorción y desorción (Eckert y Nishri, 2014; Flippelli, 2009).

Parte del fósforo de las rocas de fosfato de la corteza terrestre se disuelve en el agua por erosión. Este fosfato inorgánico es absorbido por las plantas principalmente en forma de ortofosfato disuelto en el agua. Se transmite a los animales herbívoros y carnívoros a través de la alimentación. Los fosfatos orgánicos de los residuos de plantas, animales muertos y excrementos se convierten en inorgánicos mediante microorganismos descomponedores. Así, puede ser usado por las plantas de nuevo. La parte de fósforo en las reservas vivas es bastante pequeña en comparación con las reservas en rocas y agua.

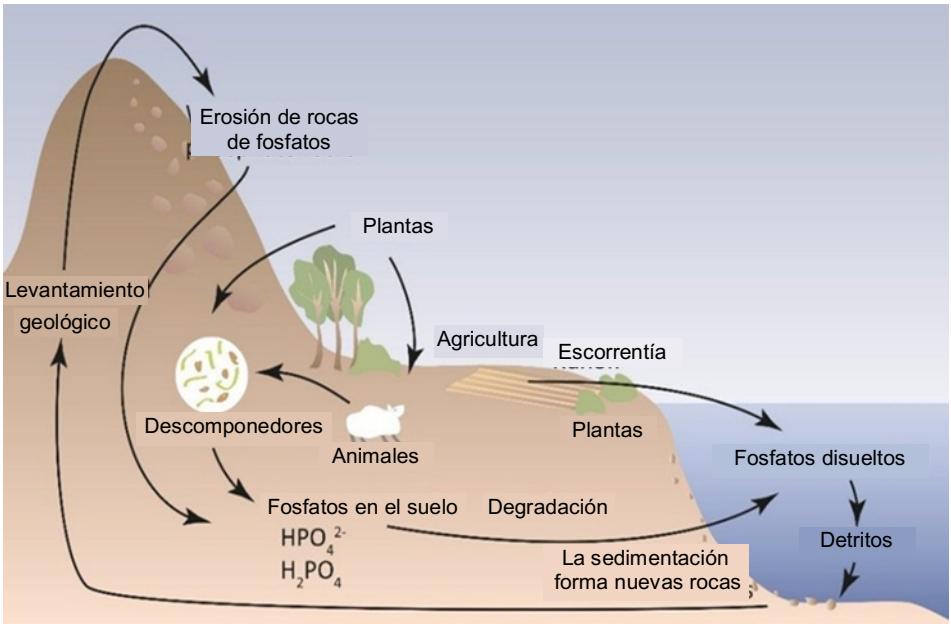
La mayoría del fósforo permanece en los sedimentos oceánicos y se mueve hacia la tierra debido a un levantamiento geológico. En la tierra, el fósforo se libera de las rocas por la erosión y después los iones de fosfato se depositan en el suelo, donde las plantas pueden absorber el fósforo y crecer. Además de las plantas, los animales comen plantas

y beben agua e incorporan parte del fosfato en su cuerpo. Sin embargo, cuando las plantas y los animales mueren y la descomposición de los desechos animales da lugar al retorno de los iones de fosfato a los productores a través del agua o el suelo.

Las condiciones climáticas tales como la lluvia y la erosión ayudan a arrastrar algunos fosfatos presentes en las rocas a los ecosistemas acuáticos, donde quedan atrapados en los sedimentos. El fósforo que se encuentra en los sedimentos oceánicos no está disponible para las plantas en tierra firme (Eckert y Nishri, 2014). Los sedimentos marinos poco profundos vuelven a la tierra con la formación de montañas como resultado de los movimientos geológicos de la corteza terrestre producidos a lo largo de millones de años. Así, se recicla el fósforo.

El efecto de los humanos en el ciclo natural del fósforo ha sido acelerar aún más el flujo de fósforo de la tierra al mar, que ya de por sí era rápido. Desde principios del siglo XX, las rocas de fosfato han sido ampliamente utilizadas como fertilizantes. Estos fertilizantes de fosfato añadidos al suelo, al igual que los fertilizantes nitrogenados, no permanecen en el suelo durante mucho tiempo. Una parte importante de ellos fluye hacia los mares a través de las aguas subterráneas y superficiales. Constantemente se procesan nuevos depósitos de fosfato para compensar la pérdida del mismo en el suelo.

Figura 10. Ciclo del Fósforo (URL-12)



3.1.9. Ciclo del Azufre

El azufre es también una de las sustancias químicas necesarias para la vida. Se encuentra en la estructura de algunos aminoácidos presentes en todos los seres vivos. Como se encuentra en cantidades abundantes en la litosfera, generalmente no se considera una de las sustancias más limitadas. Por lo tanto, su importancia es sobre todo en términos de contaminación del aire (Kooijman et al., 2010). Las principales fuentes naturales de azufre son los compuestos sulfurosos como el gas de sulfuro de hidrógeno de los volcanes y pantanos. Estos compuestos suben a la superficie de la litosfera como resultado de la erosión geológica; con la formación de rocas sedimentarias de los mares, retornan a la roca.

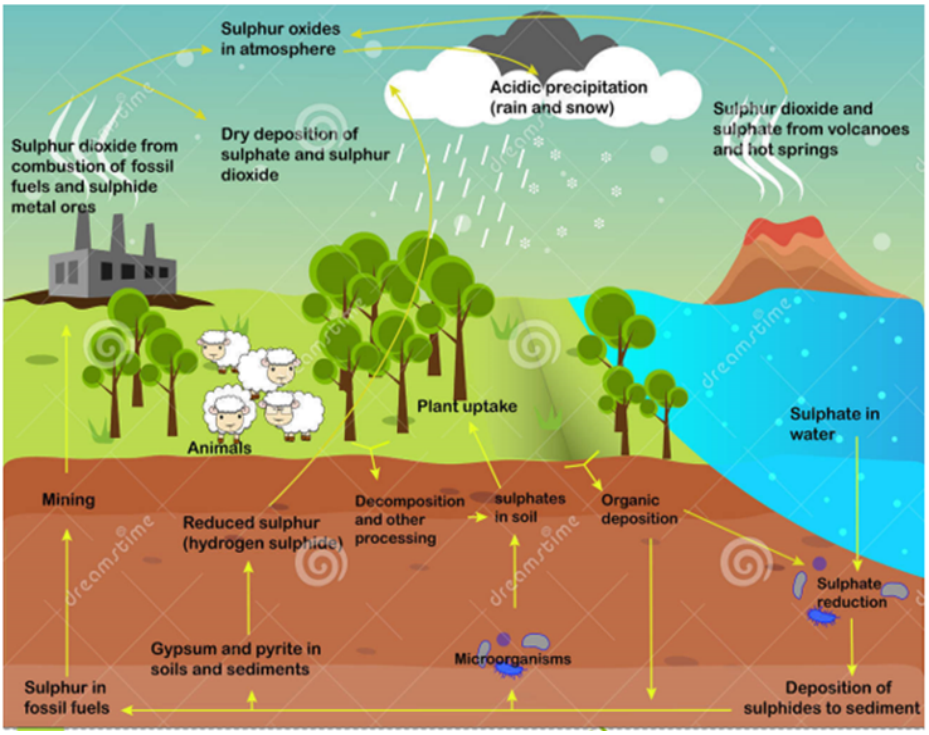
El azufre de los compuestos sulfurosos que suben a la superficie de este globo de piedra reacciona con el oxígeno del aire y toma la forma de dióxido de azufre (SO_2), trióxido de azufre (SO_3) y finalmente ácido sulfúrico (H_2SO_4) cuando entra en contacto con el vapor de agua. El azufre en el aire generalmente regresa al suelo en forma de ácido sulfúrico mediante las lluvias y entra en el ciclo. En los sistemas sin oxígeno, el azufre se intercambia entre dos grupos de bacterias en diferentes formas químicas (Benerje et al., 2013. Las bacterias del azufre utilizan el oxígeno de las sustancias sulfatadas para convertirlas en sulfuro de hidrógeno. Algunas bacterias también utilizan el gas H_2S como fuente de energía. Estas bacterias se denominan "bacterias quimiosintéticas".

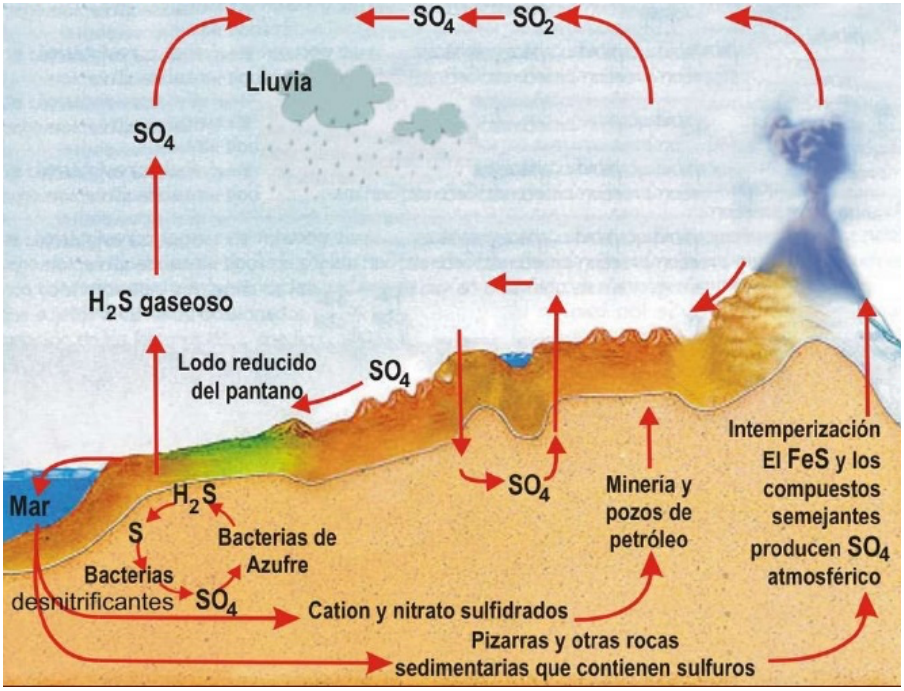
La industrialización ha tenido un gran impacto en el balance de azufre en los últimos dos siglos. El uso de combustibles fósiles y la minería han incrementado enormemente la cantidad de H_2SO_4 en la atmósfera. Por lo tanto, el azufre se ha convertido en una de las principales sustancias que causan la contaminación del aire.

3.1.9.1. El problema de la lluvia ácida

El agua de lluvia es normalmente ligeramente ácida. La razón de ello son los ácidos formados por la reacción del CO2 que se produce naturalmente y de pequeñas cantidades de óxidos de azufre y nitrógeno con el agua. En las regiones donde una gran cantidad de dióxido de azufre se aporta al medio ambiente, la tasa de acidez del agua de lluvia también aumenta. Una de las principales razones del aumento de la lluvia ácida como problema internacional es la práctica generalizada de la construcción de chimeneas altas para purificar el aire de las ciudades de SO2 en la década de 1960. Estas chimeneas, algunas de las cuales tienen hasta 300 metros de longitud, protegían los asentamientos del SO2, pero esta vez, el SO2 liberado en la atmósfera se convirtió en ácido y cayó como lluvia en grandes áreas.

Figura 11. Ciclo del Azufre (URL-13)





REFERENCIAS

Barnes, A.D., Jochum, M., Lefcheck, S., Eisenhauer, N., Scherber, C., O'Connor, M.I., Ruiter, P. and Brose, U. (2018). Energy Flux: The Link between Multitrophic Biodiversity and Ecosystem Functioning. Trends in Ecology & Evolution, Vol. 33, No. 3.

Benerjee, O., Grossman, D. and Groot R. S. (2013). Ecological Processes, Functions and Ecosystem Services: Inextricable Linkages between Wetlands and Agricultural Systems: Ecosystem Services in Agricultural and Urban Landscapes, First Edition. Edited by Steve Wratten, Harpinder Sandhu, Ross Cullen and Robert Costanza. John Wiley & Sons, Ltd.

Bets, A.K. 2010. The Earth's Water Cycle; https://researchgate.net/publication/229827335

Cebrian, J. (2015). Energy flows in ecosystems. Science 349, 1053-1054.

Eckert, W. and Nishri, A. (2014). The Phosphorus Cycle: Lake Kinneret, Ecology and Management, Aquatic Ecology Series 6, DOI 10.1007/978-94-017-8944-8_20, Springer Science.

Elmqvist, T., Edward, M., Barker, T. and Mortimer, A.M. (2010). Chapter 2, Biodiversity, ecosystems and ecosystem services.

https://www.researchgate.net/publication/48192189

Flippelli, G.M. (2009). Phosphorus Cycle.

https://researchgate.net/publication/303176829

Kooijman, A., Sparrius, L. and Sevink, J. (2010). Nutrient cycling.

https://researchgate.net/publication/216829801

Likens, G.H., Bormann, F.H. and Johnson, N.M. (1981). Interactions Between Major Biogeochemical Cycles in Terrestrial Ecosystems: Some Perspectives of the Major Biogeochemical Cycles. Edited by Gene E. Likens. pp: 93-112.

Markov, S.A. (2012). Nitrogen Cycle. https://researchgate.net/publication/281784629

Odum, E. P. and Barrett, W. G. (2005). Fundamentals of Ecology. Belmont, CA: Thomson Brooks/Cole.

Stein, L.Y. and Klotz, M.G. (2016). The Nitrogen Cycle. Current Biology 26, R83–R101.

Şekercioğlu C.H. (2010). Ecosystem functions and services: Conservation Biology for All. Edited by Sodhi N.S. and Ehrlich P.R. Oxford University Press.

Woodbury, A.M. (1954). Principles of General Ecology. Ecology, 35:4, 585-587.

Woodmansee, R.G. (1990). Biogeochemical Cycles and Ecological Hierarchies: Zonneveld I. S. et al. (eds.), Changing Landscapes: An Ecological Perspective 57 Springer-Verlag New York Inc.

URL1: https://openoregon.pressbooks.pub/envirobiology/chapter/3-2-biogeochemical-cycles

URL2: https://ecampusontario.pressbooks.pub/environmentalscience/chapter/chapter-5-flows-and-cycles-of-nutrients

URL3: http://chihuahuandesert.weebly.com/autotrophs.html

URL4: https://en.wikipedia.org/wiki/Herbivore#/media/

URL5: https://www.thoughtco.com/facts-about-carnivores-4110493

URL6: https://efbutler.weebly.com/decomposers.html

URL7: https://images.app.goo.gl/Fbwd8vxouNb9XfL79

URL8:https://www.rmbel.info/wp-content/uploads/2013/10/EcosystemsandFoodWebs-backgroundinfo.pdf

URL9:https://www.geo.fu-berlin.de/en/v/iwrm/Implementation/water_and_the_physical_environment/Nutrient-Cycle/index.html

URL10:https://www.siyavula.com/read/science/grade-10-lifesciences/biosphere-to-ecosystems/08-biosphere-to-ecosystems-07

URL11: http://www.fao.org/3/u8480e/U8480E0y.htm

URL12:https://www.researchgate.net/figure/Schematic-figure-of-the-phosphorus-cycle_fig5_310741278

URL13: https://images.app.goo.gl/m3soSuGrr3zoKe726

http://lostresciclos.blogspot.com/2016/05/ciclo-sedimentario-el-ciclo_1.html

PREGUNTAS

Preguntas de Verdadero/Falso

1) (V / F) Los consumidores primarios siempre constituyen el primer nivel trófico de una cadena alimenticia.

2) (V / F) Las pirámides ecológicas muestran la cantidad relativa de energía o materia contenida dentro de cada nivel trófico en una cadena alimenticia determinada.

3) (V / F) En promedio, alrededor del 50 % de la energía existente en un nivel trófico se transfiere al siguiente nivel trófico.

4) (V / F) Cuantos más niveles existan entre un productor y un consumidor determinado, el porcentaje disponible de energía propia de los productores será mayor para ese consumidor..

5) (V / F) Muchos animales forman parte de más de una cadena alimentaria en un ecosistema porque comen o son comidos por varios organismos.

6) (V / F) La descomposición describe la degradación de los residuos orgánicos y los organismos muertos.

7) (V / F) Los organismos heterótrofos no pueden producir sus propios nutrientes, por lo que tienen que obtenerlos del medioambiente.

8) (V / F) Los organismos heterótrofos pueden producir sus propios nutrientes.

9) (V / F) La materia inorgánica no proviene de los seres vivos y no tiene el carbono como elemento básico.

10) (V / F) En el bosque, la comunidad de organismos que vive en él depende de cada uno de ellos e interactúa entre sí de varias maneras.

Preguntas de opción múltiple

11) ¿Qué nos indica las innumerables relaciones de alimentación posibles en un ecosistema?

a) Red alimentaria

b) Nivel trófico

c) Ciclo alimenticio

d) Cadena alimenticia

12) ¿Cuál es el proceso por el cual las plantas utilizan la luz solar para fabricar moléculas de azúcar?

a) La respiración celular

b) Cadena alimentaria

c) Fotosíntesis

d) Ciclo del carbono

13) El tránsito de fósforo del medioambiente a los organismos y su regreso al medioambiente es el:

a) Ciclo del agua

b) Ciclo del fósforo

c) Ciclo del carbono

d) Ciclo del nitrógeno

14) ¿Quiénes son los consumidores que obtienen sus alimentos descomponiendo organismos muertos?

a) Consumidores del sector terciario

b) Consumidores secundarios

c) Consumidores primarios

d) Descomponedores

15) ¿Qué organismos pueden fijar el nitrógeno atmosférico en compuestos químicos?

a) Especies pioneras

b) Bacterias fijadoras de nitrógeno

c) Bacterias del carbono

d) Especies primarias

16) ¿Cuál de los siguientes puntos describe el proceso de biodegradación?

a) Plantas que utilizan la fotosíntesis para generar

b) Principales consumidores que consumen plantas

c) Omnívoros que comen plantas y animales

d) Las bacterias que descomponen la materia orgánica

17) En una cadena alimenticia, los productores primarios son generalmente:

a) Anfibios

b) Bacterias

c) Mamíferos

d) Plantas

18) En una pirámide alimenticia, ¿cuánta energía se pierde de un nivel trófico a otro?

a) 20 %

b) 50 %

c) 70 %

d) 90 %

19) ¿Qué producto de la fotosíntesis suministra energía a las formas de vida?

a) Hidratos de carbono

b) Dióxido de carbono

c) Oxígeno

d) Agua

20) ¿Cuál es la principal fuente de energía de casi todos los organismos vivos de la Tierra?.

a) El suelo

b) Sol

c) Agua

d) Plantas

Respuestas correctas: ¡Véase el anexo "Respuestas"!

CAPÍTULO 4

Servicios ecosistémicos

Gamze YÜCEL IŞILDAR & A. Çağlan GÜNAL

Los alimentos que comemos, el aire que respiramos, el agua que bebemos y el clima que hace que nuestro planeta sea habitable, todo proviene de la naturaleza.

Sin embargo, estos son tiempos excepcionales en los que la naturaleza nos está enviando un mensaje. La naturaleza está mostrando que estamos al borde de un colapso. Es hora de despertar. De tomar nota. Para reimaginar nuestra relación con la naturaleza.

PNUMA, Día Mundial del Medio Ambiente, 2020

A pesar de que en los últimos años ha aumentado la conciencia pública y la comprensión por la importancia de la contribución de los ecosistemas sanos al bienestar humano, la degradación de los ecosistemas y la pérdida de la diversidad biológica todavía continúan a gran escala. Mientras que la gente exige más a la naturaleza y utiliza excesivamente los recursos naturales, la destrucción de los ecosistemas está aumentando rápidamente. De hecho, los ecosistemas de alta productividad son la garantía de la seguridad humana con los servicios que proporcionan. Los ecosistemas sanos son capaces de reducir los riesgos y vulnerabilidades mientras que los ecosistemas mal gestionados pueden causar inundaciones, disminución de la calidad de las cosechas, aparición de enfermedades como Covid 19 (Liu, 2005). A pesar de ello, no se conoce cómo funcionan los ecosistemas, cuáles son los tipos de ecosistemas y cómo gestionarlos de forma sostenible.

Mc Bride y Baldauf (2011) analizaron a más de 1.000 ecologistas y otros científicos ambientales sobre la "naturaleza de la alfabetización ecológica" y "cómo puede lograrse". Los resultados de este estudio indicaron que, "los servicios del ecosistema (SE)" es una de las seis dimensiones comunes que muestran los puntos de vista de los participantes para la alfabetización ecológica. El marco de los SE permite la integración de múltiples ámbitos de valores; valores ecológicos, sociales, culturales y económicos, reconociendo así la complejidad de los sistemas socio-ecológicos en la toma de decisiones (Martín-López et al, 2014). Estos valores atribuidos a los ecosistemas, afectarán a las relaciones de las personas con los ecosistemas, sus demandas/preferencias y cómo interferir/beneficiarse de los servicios de los ecosistemas. Un mejor conocimiento para

realizar los ecosistemas y sus beneficios en términos de servicios ecosistémicos enriquecidos con el enfoque de sistemas socio-ecológicos proporcionará mejores percepciones y una valoración y gestión más sostenible de los ecosistemas. El valor puede expresarse de muchas maneras diferentes; ética, económica, estética u otros criterios cualitativos. Es importante revelar la relación mutua con los impactos directos e indirectos, los vínculos entre los ecosistemas y el bienestar humano. La comprensión de la importancia de los impactos de las presiones externas sobre los ecosistemas es un requisito previo para la protección y la conservación. Las personas deben comprender la importancia, la necesidad y el valor de los servicios de los ecosistemas, de modo que comprendan por qué necesitan proteger los ecosistemas y determinen sus prioridades al decidir sobre el uso de la tierra u otros proyectos similares en el equilibrio de la protección y el uso en consecuencia.

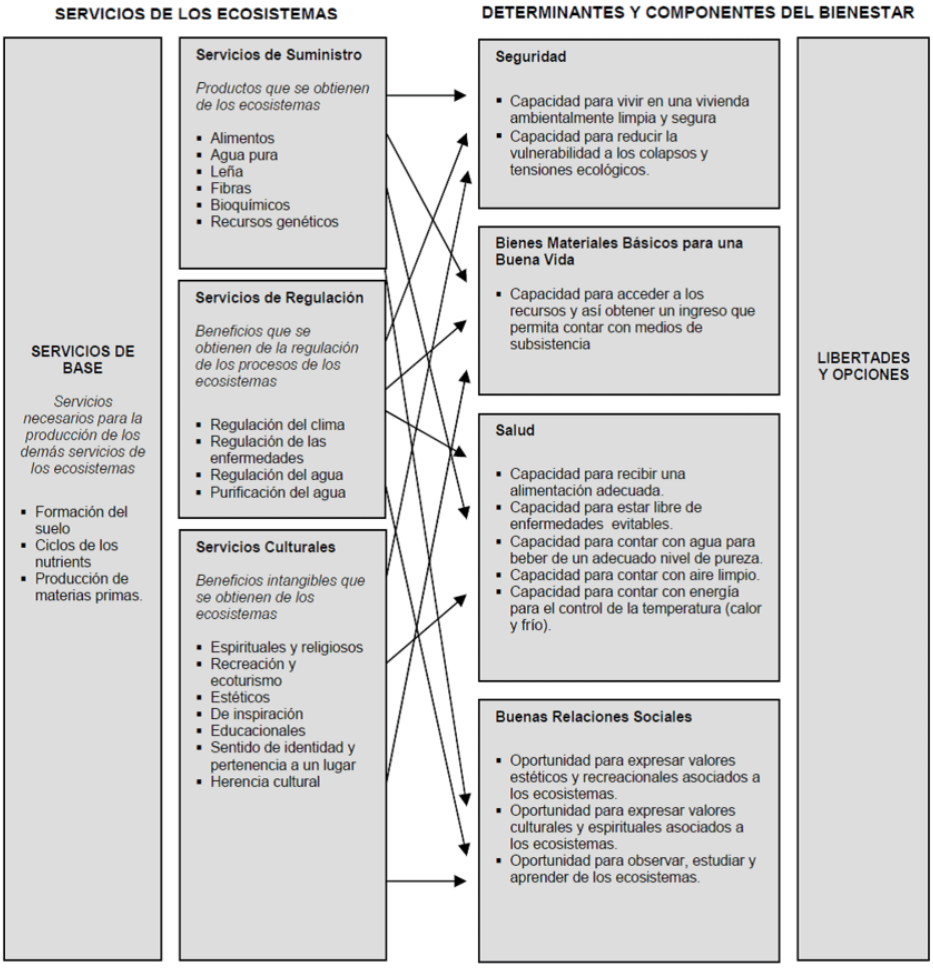
En esta línea, el objetivo general de este capítulo es mejorar el conocimiento de los "**servicios de los ecosistemas**" (SE), sus beneficios y sus valores para convertirnos en "**ciudadanos eco-alfabetizados**". Para lograr este objetivo, en este capítulo se tratarán las siguientes cuestiones.

1) Las interacciones entre los diferentes integrantes de los ecosistemas y su funcionamiento en relación con los demás y el papel de la biodiversidad en términos de SE
2) Tipología de los SE comunes para la UE
3) Impactos antropogénicos en los ecosistemas
4) Impactos antropogénicos en el suministro de los SE
5) Impactos de las diferencias espaciales y temporales en la demanda de SE
6) Mapeo y evaluación integrada de los SE para una valoración objetiva
7) Cómo gestionar los SE sostenibles y la biodiversidad; eficacia del "concepto de servicios del ecosistema" en la elaboración de políticas.

4.1. Comprensión de los servicios del ecosistema

El "*servicio del ecosistema*" es un concepto relativamente nuevo. Simplemente, los servicios de los ecosistemas son las contribuciones directas e indirectas de los ecosistemas al bienestar humano (TEEB 2010). Como se explica detalladamente en el Capítulo 3, los ecosistemas son comunidades formadas por la interacción entre organismos vivos (plantas, animales, microbios) y no vivos (aire, agua, suelo mineral). La estructura y los procesos de los ecosistemas sustentan la capacidad de un ecosistema para proporcionar bienes y servicios. Estos servicios incluyen *servicios de aprovisionamiento* como agua limpia, alimentos, materias primas; *servicios de regulación* como la prevención y la reducción de riesgos ambientales como las inundaciones y la erosión, la captura de carbono, el control biológico, la polinización, etc. *servicios de hábitat* y *servicios culturales* como la recreación, la inspiración para la cultura y el arte, la ciencia y la educación (Haines-Young, R. y M. Potschin, 2010). Los servicios de los ecosistemas y sus vínculos con el bienestar humano se resumen en la figura 1.

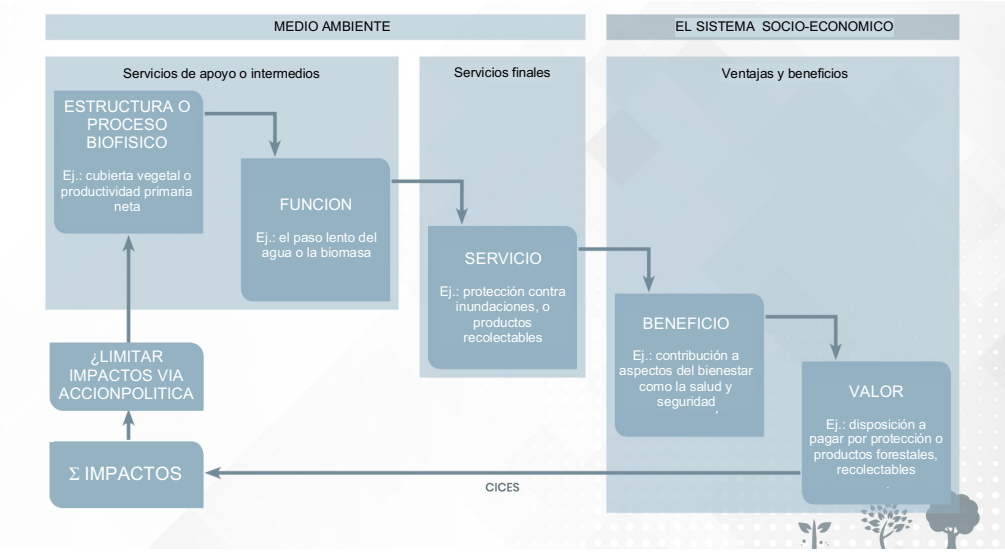
Figura 1. Los servicios de los ecosistemas y sus vínculos con el bienestar humano



Fuente: Liu, 2005

Para hacer más claros los vínculos entre los ecosistemas y el bienestar humano y para comprender mejor las relaciones, Potschin y Haines-Young (2016); Burkhard y Maes (2018) han desarrollado un modelo teórico para identificar los *servicios intermedios o de apoyo* de los ecosistemas, los servicios finales de los ecosistemas y sus bienes y beneficios. Los servicios de los ecosistemas se consideran una interfaz entre el hombre y la naturaleza. Este modelo se describe como "la vía de interrelaciones causales entre el ecosistema en un extremo y el bienestar humano en el otro" (Fig. 2). Las diferencias entre los puntos finales y los pasos entre ellos se pretenden aclarar más en este modelo.

Figura 2. El Modelo de Casacada



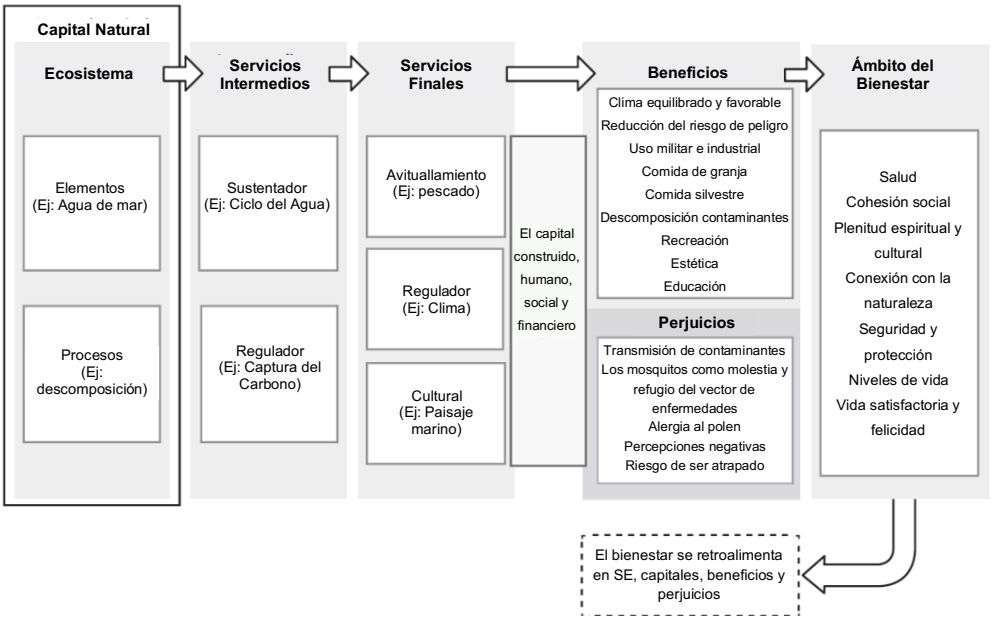
Fuente: Potschin and Haines-Young, 2016

El "ecosistema" que se da en este modelo se caracteriza por sus estructuras y procesos biofísicos. Los tipos de hábitat como bosques, humedales, pastizales, etc. se entienden por **estructura biofísica**; de manera similar, la dinámica y las interacciones que forman el sistema ecológico se entienden por **procesos** (por ejemplo, la producción primaria). Las características del ecosistema que construye su capacidad para prestar un servicio ecosistémico se definen como **funciones del ecosistema**, en el modelo de cascada. Esos elementos y características, que determinan la capacidad del ecosistema para prestar servicios, se denominan a veces servicios "de apoyo" o "intermedios". Los servicios que contribuyen directamente al bienestar humano; lo que en realidad podemos aprovechar (por ejemplo, la madera) o ganar del ecosistema (por ejemplo, la protección contra las inundaciones, la belleza del paisaje, etc.) son los servicios finales del ecosistema, así como la salud y la seguridad. (Kasparinskis, et al, 2018)

El modelo de cascada podría ser criticado por "la falta de vínculos", especialmente por no incluir los perjuicios de los servicios de los ecosistemas para completar el cuadro. En esta línea, Rendon y otros (2019) informaron que "la aclaración de los vínculos entre los servicios de los ecosistemas y el bienestar humano proporcionará una toma de decisiones holística e informada mediante la incorporación de todos los actores involucrados, especialmente los servicios sociales y de salud; los generadores directos e indirectos de cambio". Propusieron un marco que se basa en la Evaluación Nacional de los Ecosistemas del Reino Unido al tomar en cuenta el concepto de los *perjuicios,* además de los beneficios, y al vincular la clasificación de los beneficios y los perjuicios con su efecto en siete ámbitos del bienestar humano (Figura 3). Este marco resulta beneficioso

para describir las interdependencias entre los servicios y los perjuicios, y también para describir las compensaciones* (que se explican al final del capítulo) con un impacto específico sobre el bienestar humano en varios ratios y para diferentes componentes.

Figura 3: Marco conceptual con perjuicio



Fuente: Rendon et al, 2019

Además, antes de finalizar esta sección, debemos recordar que los humanos han reformado los ecosistemas como nunca antes. Por lo tanto, para resumir los impactos humanos en los ecosistemas será beneficioso ver el panorama general (Tabla 1) antes de la clasificación de los servicios de los ecosistemas.

Tabla 1. Impactos e indicadores para la evaluación del estado de los ecosistemas

Impactos	Indicadores para la evaluación del estado de los ecosistemas
Cambio climático	Cambios en la temperatura, humedad, precipitaciones, incendios, fenómenos extremos, sequías, inundaciones, tormentas, aumento de la temperatura del mar (de superficie), subida del nivel del mar
Cambio de hábitat	Ocupación de tierras / cierre, cambio de la cubierta terrestre, abandono de tierras, parcelación, presas, regulación de ríos.
Especies exóticas invasoras	La aparición o expansión de especies exóticas invasoras, enfermedades
Uso o explotación de la tierra y el mar	Intensificación, erosión, (excesiva) cosecha, deforestación, extracción de agua, degradación / desertificación (excesiva) pesca, acuicultura, minería, regadío
Contaminación y enriquecimiento de nutrientes	Contaminación del aire, contaminación del suelo, calidad del agua, aplicación de fertilizantes y pesticidas, precipitaciones ácidas

Fuente: EU, 2016, Technical Report

4.2. Clasificación de los servicios del ecosistema

La medición de los beneficios y la evaluación de la SE es muy importante. Además, lo que se mide debe conocerse con precisión según la tipología común de los SE. Se utilizan varias clasificaciones para los servicios del ecosistema dependiendo de diferentes criterios como los tipos y la escala del ecosistema, como bosques, zonas marinas, humedales, etc.; el flujo de servicios como el modelo de cascada; el tipo de beneficio (privado o público) y los valores (intrínsecos o instrumentales).

Según el Informe de la Comisión Europea (2016), existen 3 clasificaciones internacionales (MEA, TEEB y CICES) para los servicios del ecosistema. Las tres clasificaciones incluyen los servicios de recursos, normativos y culturales. Haines-Young y Potschin (2018) afirmaron que "también es necesaria la coherencia cuando se trata de definir y categorizar los SE; la versión revisada 5.1 de la Clasificación Internacional Común de los Servicios de Ecosistemas (CICES) proporciona una orientación clara. Porque clasifica los servicios del ecosistema utilizando una jerarquía de cinco niveles, siendo cada nivel progresivamente más detallado y específico". Por lo tanto, CICES se basa en las clasificaciones existentes (MA, TEEB) pero se centra en la dimensión de los servicios del ecosistema. En el sistema CICES los servicios son proporcionados por organismos vivos (biota) o por una combinación de organismos vivos y procesos abióticos.

En las tablas 2 y 3 se resumen los servicios de ecosistemas bióticos y abióticos de CICES (V5.1), respectivamente, para los tres niveles superiores de la clasificación.

Tabla 2. CICES (V5.1) para los servicios de ecosistemas bióticos

Resultados del Ecosistema Biótico		
Sección	División	Grupo
Aprovisionamiento Biótico	Biomasa	Plantas terrestres cultivadas para nutrición, materiales o energía
Aprovisionamiento Biótico	Biomasa	Plantas acuáticas cultivadas para nutrición, materiales o energía
Aprovisionamiento Biótico	Biomasa	Animales criados para nutrición, materiales o energía
Aprovisionamiento Biótico	Biomasa	Animales acuáticos criados para nutrición, materiales o energía
Aprovisionamiento Biótico	Biomasa	Plantas silvestres (terrestres y acuáticas) para nutrición, materiales o energía
Aprovisionamiento Biótico	Biomasa	Animales silvestres (terrestres y acuáticas) para nutrición, materiales o energía
Aprovisionamiento Biótico	Material genético de toda la biota (incluida la producción de semillas, esporas o gametos)	Material genético de plantas, algas u hongos
Aprovisionamiento Biótico	Material genético de toda la biota (incluida la producción de semillas, esporas o gametos)	Material genéico de animales
Aprovisionamiento Biótico	Otros tipos de servicio de aprovisionamiento a partir de fuentes bióticas	Otros
Aprovisionamiento Abiótico	Agua	Aguas superficiales usadas para nutrición, materias primas o energía
Aprovisionamiento Abiótico	Agua	Aguas subterráneas usadas para nutrición, materias primas o energía
Aprovisionamiento Abiótico	Agua	Otros productos de los ecosistemas acuáticos
Regulacion & Mantenimiento (Biótico)	Transformación de los aportes bioquímicos y físicos a los ecosistemas	Intermediación de desechos o sustancias tóxicas de origen antropogénico por procesos vivos
Regulacion & Mantenimiento (Biótico)	Transformación de los aportes bioquímicos y físicos a los ecosistemas	Intermediación de las molestias de origen antropogénico
Regulacion & Mantenimiento (Biótico)	Regulación de las condiciones físicas, químicas y biológicas	Regulación de los flujos basales y de los fenómenos extremos
Regulacion & Mantenimiento (Biótico)	Regulación de las condiciones físicas, químicas y biológicas	Conservación del ciclo de vida, protección del hábitat y del patrimonio genético
Regulacion & Mantenimiento (Biótico)	Regulación de las condiciones físicas, químicas y biológicas	Control de plagas y enfermedades
Regulacion & Mantenimiento (Biótico)	Regulación de las condiciones físicas, químicas y biológicas	Regulación de la calidad del suelo
Regulacion & Mantenimiento (Biótico)	Regulación de las condiciones físicas, químicas y biológicas	Estado del agua
Regulacion & Mantenimiento (Biótico)	Regulación de las condiciones físicas, químicas y biológicas	Composición Atmosférica y su estado
Regulacion & Mantenimiento (Biótico)	Otros tipos de servicio de control y mantenimiento mediante procesos vivos	Otros
Cultural (Biótico)	Interacciones directas, in situ y al aire libre con los sistemas vivos que dependen de la existencia en el entorno ambiental	Interacciones físicas y prácticas con el medioambiente natural
Cultural (Biótico)	Interacciones directas, in situ y al aire libre con los sistemas vivos que dependen de la existencia en el entorno ambiental	Interacciones intelectuales y significativas con el medioambiente natural
Cultural (Biótico)	Interacciones indirectas, remotas, a menudo en un espacio interior, con sistemas vivos que no requieren presencia en el entorno ambiental.	Interacciones espirituales, simbólicas y de otro tipo con el medioambiente natural
Cultural (Biótico)	Interacciones indirectas, remotas, a menudo en un espacio interior, con sistemas vivos que no requieren presencia en el entorno ambiental.	Otras características bióticas que tienen un valor no-utilizable
Cultural (Biótico)	Otras características de los sistemas vivos que tienen importancia cultural	Otros

Tabla 3. CICES (V5.1) para los servicios de ecosistemas abióticos

Resultados del ecosistema ABIOTICO		
Sección	**División**	**Grupo**
Abastecimiento (Abiótico)	Agua	Aguas superficiales utilizadas para la nutrición, los materiales o la energía
Abastecimiento (Abiótico)	Agua	Aguas subterráneas utilizadas para la nutrición, los materiales o la energía
Abastecimiento (Abiótico)	Agua	Otros resultados de los ecosistemas acuáticos
Abastecimiento (Abiótico)	Resultados de los ecosistemas abióticos naturales no acuáticos	Sustancias minerales utilizadas para la nutrición, los materiales o la energía
Abastecimiento (Abiótico)	Resultados de los ecosistemas abióticos naturales no acuáticos	Sustancias no minerales o propiedades del ecosistema utilizadas para la nutrición, los materiales o la energía
Abastecimiento (Abiótico)	Resultados de los ecosistemas abióticos naturales no acuáticos	Otras sustancias minerales o no minerales o propiedades del ecosistema utilizadas para la nutrición, los materiales o la energía
Regulación y conservación (Abiótica)	Transformación de los aportes bioquímicos o físicos a los ecosistemas	Recuperación de residuos, tóxicos y otras sustancias nocivas mediante procesos no vivos
Regulación y conservación (Abiótica)	Transformación de los aportes bioquímicos o físicos a los ecosistemas	Intermediación de molestias de origen antropogénico
Regulación y conservación (Abiótica)	Regulación de las condiciones físicas, químicas y biológicas	Regulación de flujos basales y fenómenos extremos
Regulación y conservación (Abiótica)	Regulación de las condiciones físicas, químicas y biológicas	Mantenimiento de las condiciones físicas, químicas y abióticas
Regulación y conservación (Abiótica)	Otro tipo de servicio de regulación y mantenimiento por procesos abióticos	Otros
Cultural (Abiótica)	Interacciones directas, in situ y al aire libre con los sistemas físicos naturales que dependen de la presencia en el entorno ambiental	Interacciones físicas y experimentales con los elementos abióticos naturales del medioambiente
Cultural (Abiótica)	Interacciones directas, in situ y al aire libre con los sistemas físicos naturales que dependen de la presencia en el entorno ambiental	Interacciones intelectuales y representativas con los elementos abióticos del medioambiente natural
Cultural (Abiótica)	Interacciones indirectas, remotas, a menudo en interiores, con sistemas físicos que no requieren presencia en el entorno medioambiental	Interacciones espirituales, simbólicas y de otro tipo con los elementos abióticos del medioambiente natural
Cultural (Abiótica)	Interacciones indirectas, remotas, a menudo en interiores, con sistemas físicos que no requieren presencia en el entorno medioambiental	Otras características abióticas que tienen un valor no-utilizable
Cultural (Abiótica)	Otras características abióticas de la naturaleza que tienen importancia cultural	Otros

4.3. Mapeo y evaluación de los servicios de ecosistemas

A pesar de las crecientes pruebas de los innumerables beneficios que aporta la "naturaleza a las personas", especialmente en lo que respecta a la mitigación del cambio climático y las medidas de adaptación, la degradación de los ecosistemas y la pérdida de la biodiversidad continúan todavía a gran escala. Las actividades antropocéntricas son la principal causa de la pérdida de biodiversidad y de la modificación de la vida silvestre a un ritmo sin precedentes. (véase el capítulo 2). La Evaluación del Milenio constató que más del 60% de los servicios ecosistémicos se están degradando o transformando de forma que ponen en peligro el bienestar humano futuro (De Groot, et al, 2018). Por lo tanto, cada vez es más importante analizar y cuantificar los vínculos entre las actividades humanas y los servicios del ecosistema para comprender mejor las posibles implicaciones de los cambios en los ecosistemas a través de un método estandarizado, transparente y, finalmente, certificado. *El mapeo* de los servicios del ecosistema ayuda a la gente a comprender el espectro completo de las formas en que el medioambiente natural contribuye al bienestar de las personas. Del mismo modo, *la evaluación de los servicios del ecosistema* es esencial para tomar decisiones fundamentadas para el uso y la gestión racionales de los recursos naturales. A su vez, esta información mejorará el proceso de análisis y examen del medioambiente y ayudará a evitar, minimizar y mitigar los posibles impactos antropogénicos. Una evaluación apropiada y objetiva de los servicios ambientales es la manera más eficaz y la forma más útil de evaluación para proporcionar un desarrollo hacia sistemas socioecológicos sostenibles.

A este respecto, tras la adopción de la Estrategia de la UE para la Biodiversidad 2020, el mapeo y la evaluación de los SE han adquirido prioridad en la agenda de todos los países de la UE. La estrategia tiene por objeto prevenir la pérdida de biodiversidad y la destrucción de los servicios del ecosistema y mejorarlos, en la medida de lo posible, en la UE para 2020.

Así pues, para saber dónde y cómo, por ejemplo, se suministran alimentos, agua, aire limpio, otros materiales y actividades recreativas y cómo se regulan el clima, los nutrientes, los desastres naturales, las plagas y las enfermedades, se necesitan métodos, información y datos apropiados. Santos-Martín (2019) mencionó que; "la información y los datos sobre las demandas reales de SE, los beneficiarios y los posibles desajustes con la ubicación de su suministro, así como la calidad y la cantidad de SE, son esenciales para tomar decisiones informadas para la gestión adecuada de los recursos naturales".

Con este fin, se ha elaborado una amplia gama de directrices -más de 80 herramientas- que se han aplicado al mapeo y evaluación de los servicios del ecosistema en consonancia con la Medida 5 de la Estrategia de la Unión Europea para la Biodiversidad. La estructura principal común necesaria para orientar la evaluación de los ecosistemas es;

i) Mapeo de los ecosistemas; Sólo si se mapean los servicios del ecosistema y se conoce su distribución espacial, podremos comprender este complejo sistema

ii) Describir el estado del ecosistema;

iii) Cuantificación de los servicios del ecosistema;

iv) Reunir todos ellos en una evaluación integrada del ecosistema. (Burkhard et al, 2018)

Aunque todas estas directrices tienen una estructura común, no es fácil decidir qué instrumento es el más adecuado para utilizar en cada etapa de la evaluación y en qué circunstancias. Se ha aceptado la armonización de la amplia gama de métodos para el mapeo y la evaluación de los servicios del ecosistema (SE) como un paso importante para proporcionar información cuantitativa y exhaustiva sobre el estado y las tendencias de los ecosistemas y sus servicios. (Vihervaara et al, 2019). Los factores que podrían tenerse en cuenta para encontrar la metodología más adecuada entre los métodos existentes de mapeo y evaluación de los SE están relacionados con los detalles de los análisis necesarios, el propósito del estudio y la disponibilidad de datos y recursos.

Principalmente, se podrían clasificar tres dimensiones principales del mapeo y evaluación de la SE: dimensiones biofísicas, económicas y socioculturales. Las unidades biofísicas se utilizan para cuantificar, en particular, la medición de las estructuras, procesos, funciones y flujos de servicios del ecosistema, como las cantidades de agua extraídas de un lago, zona forestal o reservas de carbono en el suelo, mediante **métodos biofísicos**. En este método se utilizan modelos hidrológicos y ecológicos, funciones de producción basadas en el análisis de los rasgos estructurales y funcionales de los ecosistemas, o en la modelización biofísica. **La cuantificación económica** de los SE intenta medir el bienestar humano derivado del uso o consumo de los SE. Los valores de los SE se expresan en términos de unidades monetarias (por ejemplo, precios de mercado,

coste de reposición, precios hedónicos). Burkhard y Maes (2017) afirmaron que "la cuantificación o valoración económica es una forma de evaluar y comunicar la importancia de los SE a los responsables de la toma de decisiones y puede utilizarse en combinación con otras formas de información". Aunque las evaluaciones de los servicios ambientales se centraron principalmente en las valoraciones ecológicas y económicas, hasta hace poco, como declararon Pascual y otros (2017), "**la dimensión sociocultural** ha cobrado gran importancia en los últimos cinco años, ya que el pluralismo de valores se ha vuelto a destacar como un objetivo importante en las evaluaciones de los servicios del ecosistema". La dimensión sociocultural de la evaluación de los SE tiene por objeto identificar los valores que los seres humanos atribuyen a la naturaleza; valores intrínsecos, extrínsecos o instrumentales que son particularmente adecuados para captar las percepciones que las personas asignan a los SE. Ayuda a aumentar nuestra comprensión de la importancia de los SE para las personas (Walz et al. 2019). Puede que no haya una cierta distinción entre la pereferencia social y las evaluaciones de los valores monetarios, los métodos para investigar la preferencia social pueden utilizarse para asignar valores monetarios. En esta situación, expertos de diferentes disciplinas participan y utilizan diversos métodos de diferentes disciplinas para las evaluaciones de los SE.

Sin embargo, cualquier evaluación de los SE requiere un análisis integral, que tenga en cuenta las dimensiones biofísicas, socioculturales y de valor económico en conjunto. Esto significa, no sólo la integración de varios factores biofísicos, sino también métodos para mapear y evaluar los valores sociales y económicos para diferentes SE. Los marcos de modelización integrados serán beneficiosos para los usuarios finales en la evaluación de los SE y permitirán a los encargados que tomen decisiones evaluar las compensaciones cuantificadas asociadas a las opciones de gestión alternativa e identificar las áreas en las que la inversión en capital natural puede mejorar el desarrollo humano y la conservación.

En esta línea; la metodología integrada de mapeo y evaluación de SE se discutirá en este capítulo. El modelo conceptual del MAES (iniciativa sobre el mapeo y la evaluación de los ecosistemas y sus servicios), que es fundamental para la estrategia de la UE en materia de biodiversidad hasta 2020, basado en la provisión de SE, se explicará como un ejemplo de modelo de evaluación integrada.

El enfoque del MAES de la Comisión Europea ofrece nueve pasos que incluyen la identificación de las cuestiones o problemas conexos que deben definirse, la caracterización y el mapeo de los tipos de ecosistemas, la situación actual de los ecosistemas y los servicios de ecosistemas, su integración y la difusión de los resultados.

El marco operacional para el enfoque integrado del MAES se compone de nueve pasos consecutivos, como se indica en la figura 4.

Paso 1: Pregunta e identificación del problema;

Paso 2: Identificación de los tipos de ecosistemas;

Paso 3: Mapeo de los tipos de ecosistemas;

Paso 4: Caracterización de los ecosistemas y los SE proporcionados por los ecosistemas;

Paso 5: Selección de indicadores para la condición de los ecosistemas y los SE;

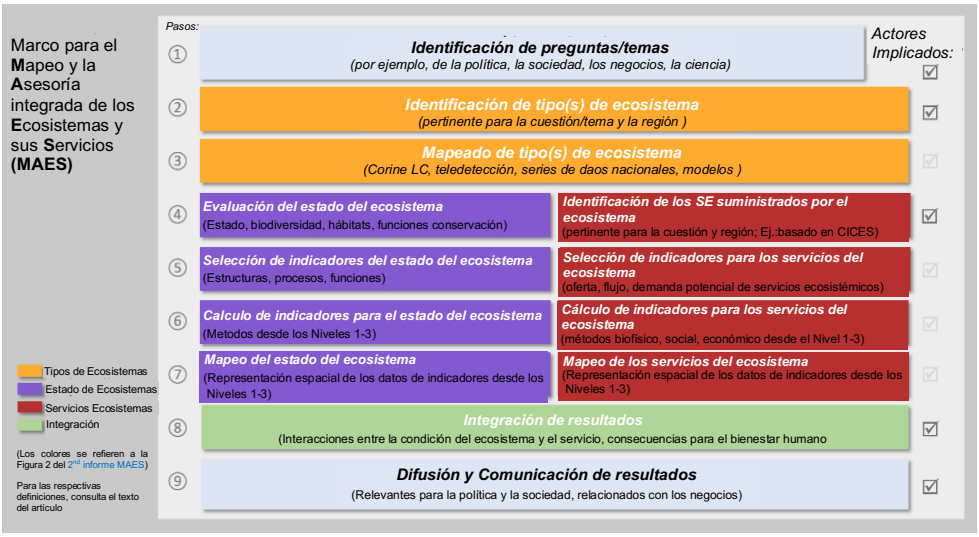
Paso 6: Medición del estado de los ecosistemas y de los indicadores de SE;

Paso 7: Mapeo del estado actual de los ecosistemas y SE;

Paso 8: Integración de los resultados;

Paso 9: Comunicación y anuncio de los resultados.

Figura 4. Marco para el mapeo y la evaluación integrada de los ecosistemas y sus servicios



Fuente: MAES

El marco presentado proporciona una estructura lineal escalonada que facilita el desarrollo de los respectivos estudios, partiendo de preguntas relevantes a responder y conduciendo a la comunicación de resultados integrados. Los SE son verdaderamente un campo interdisciplinario de investigación y aplicación y la participación de los interesados es obligatoria para que la evaluación tenga éxito. Como mencionaron los autores (Burkhard et al, 2018), "este método proporciona un enfoque de múltiples niveles fácil de comprender y aplicable, considerando diferentes métodos de cuantificación y mapeo de SE (biofísicos, socioculturales y económicos) que pueden aplicarse según las necesidades específicas, los datos y la disponibilidad de recursos".

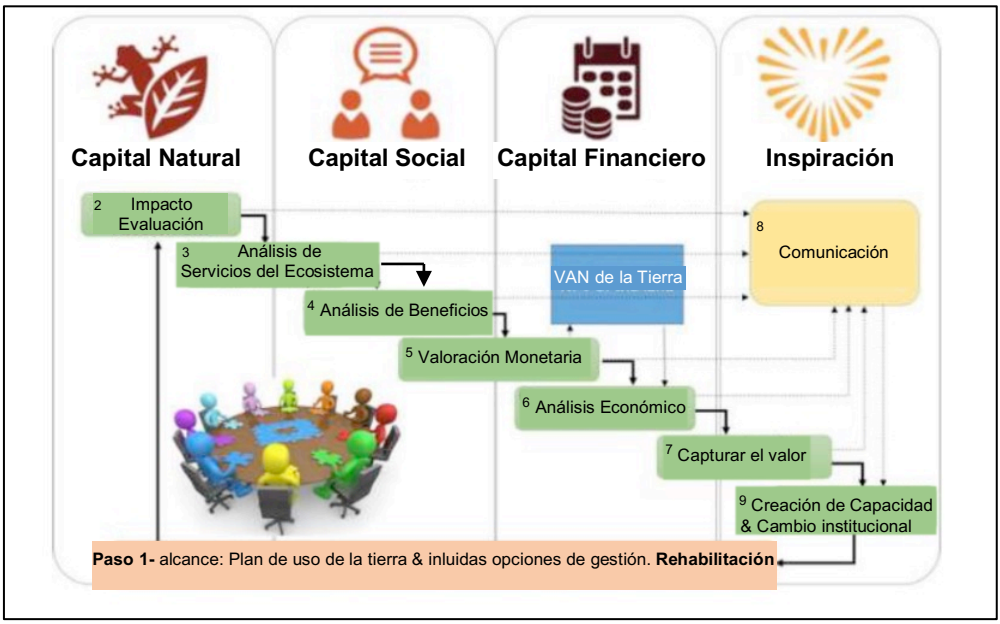
Dado que un enfoque lineal de este tipo puede no abarcar todos los aspectos, como las interrelaciones y las retroalimentaciones en los sistemas socioecológicos complejos, en este capítulo se presentará también otro marco conceptual de evaluación de los ecosistemas destinado a ofrecer una "metodología flexible" para ayudar al MAES. El carácter distintivo de este marco es proporcionar un enfoque flexible en cuanto a su aplicación, de modo que los usuarios puedan seleccionar e integrar sólo las actividades más adecuadas a sus necesidades. El marco puede proporcionar orientación a los

profesionales en cuanto a los distintos elementos y/o actividades que integrarán, en función de sus necesidades.

Como puede verse en la figura 5, el recuadro verde propone diferentes tipos de interrelaciones entre las partes de la evaluación de los ecosistemas que son beneficiosas desde el punto de vista de los expertos. Esto permitirá caracterizar las compensaciones, sinergias y consecuencias para el bienestar humano. Los expertos pueden utilizar el marco para identificar dónde necesitan integrar los diferentes elementos. Esta "metodología flexible" podría utilizarse para elegir y aplicar combinaciones convenientes de métodos para el mapeo y la evaluación de los SE en condiciones específicas (por ejemplo, requisito de tiempo, experiencia, especialización, disponibilidad de datos, escala) y para contextos y propósitos específicos. Al utilizar ese marco, se ayuda a los expertos a reflexionar sobre las actividades necesarias para abordar las cuestiones de política y a determinar dónde se producirá la integración, lo que en última instancia conduce a una evaluación que satisfaga las necesidades de los responsables políticos.

Brown y otros (2018) dijeron que "es esencial, al diseñar una evaluación de los ecosistemas, pensar en cómo y dónde se van a considerar los conceptos de integración para abordar las cuestiones pertinentes a las políticas". Si bien los procesos de evaluación no están bien documentados ni evaluados, hay pruebas anecdóticas que sugieren que la integración a través de la estructura de gobernanza (inclusión de los interesados), la combinación de diversas fuentes de datos y, por lo tanto, el uso de instrumentos apropiados permite que la evaluación de los ecosistemas tenga un mayor impacto en la adopción de decisiones".

Figura 5. Marco de Evaluación de los Servicios Integrados de los Ecosistemas



Este método también calcula e incluye los beneficios de la rehabilitación del paisaje, la conservación de la naturaleza y el uso sostenible de la tierra. Contribuye a la comprensión integrada de los efectos directos e indirectos sobre el bienestar humano.

El marco consta de 9 pasos, como se explica brevemente a continuación:

1) Alcance: Antes de iniciar una evaluación, deben aclararse el ámbito, contexto y propósito de la misma, en estrecha colaboración con los principales actores, para evitar la recopilación de datos innecesarios o el olvido de aspectos importantes.

2) Evaluación del impacto: Este paso implica la evaluación de los impactos directos (positivos y negativos) de la rehabilitación, u otra intervención en el paisaje, en la estructura y los procesos del ecosistema, así como los efectos secundarios en términos de cambios en el funcionamiento del paisaje (es decir, la capacidad (de carga) del paisaje para proporcionar servicios) en comparación con la línea basal (por ejemplo, la pérdida de vegetación que conduce a la erosión y la pérdida de capacidad productiva).

3) Análisis de los servicios del ecosistema: Efecto de la rehabilitación u otra intervención sobre los cambios en la utilización real y potencial de determinados servicios del ecosistema.

4) Análisis de beneficios: Los cambios en los SE, tal como se analizan en el Paso 3, tendrán un efecto (positivo o negativo) en la salud, el sustento, la identidad cultural y otros indicadores de bienestar (social y de capital humano) (por ejemplo, empleo, educación, seguridad, cohesión social). En esta etapa estos beneficios se cuantifican en términos no monetarios.

5) Valoración monetaria: Una vez comprendidos y preferiblemente cuantificados los efectos del cambio de uso de la tierra (por ejemplo, la rehabilitación) en los servicios del ecosistema (paso 3) y sus beneficios (paso 4), los efectos monetarios podrían analizarse utilizando valores de mercado directos, valores de mercado indirectos y valores no mercantiles para determinar los cambios en el Valor Económico Total del conjunto de SE proporcionados por las actividades de rehabilitación.

6) Análisis económico: Este paso investiga las implicaciones de la rehabilitación del ecosistema para la economía local/regional/nacional en términos de indicadores económicos, por ejemplo, empleo, aumento de los ingresos fiscales, beneficios empresariales, retorno a los inversores, etc. También el cambio (generalmente el aumento) del valor (VAN) de la tierra (véase el paso 5) debe formar parte del análisis económico.

7) Capturando el valor: Sobre la base de los pasos 5 y 6, que en conjunto proporcionan información sobre el retorno del capital financiero, se pueden desarrollar incentivos (financieros o de otro tipo) para invertir en la rehabilitación del ecosistema y/o la gestión sostenible.

8) Comunicando el valor (y los beneficios) para generar conciencia y apoyo ('inspiración') de las medidas necesarias para implementar los incentivos, las actividades de comunicación pueden ser empleadas tras cualquiera de los pasos (por ejemplo, simplemente proporcionando información sobre el retorno de los servicios del ecosistema (paso 3) y sus beneficios (paso 4) podría ser suficiente para pasar al paso 9 (cambiar las instituciones y el comportamiento) sin tener que pasar por los trabajos más complicados

y que requieren más tiempo para calcular los efectos monetarios (paso 5) y económicos (paso 6).

9) Creación de capacidad y cambio institucional: Para garantizar la aplicación de los resultados de la evaluación en la política a largo plazo, se necesitan cambios institucionales y de gestión en los niveles de escala correspondientes (por ejemplo, desde los programas de creación de capacidad local hasta las políticas e instituciones nacionales).

Para una evaluación completa de los efectos de la restauración (u otras intervenciones en el paisaje) lo ideal sería incluir los 9 pasos. Según la situación (datos disponibles, tiempo y financiación) y el nivel de detalle requerido, esto puede hacerse en unos pocos meses o puede llevar varios años (especialmente si incluye la vigilancia a largo plazo y el establecimiento de cambios sociales). Cabe señalar también que hay cierta superposición entre las etapas, y en la práctica algunas de ellas pueden y deben realizarse simultáneamente. Además, no todas las evaluaciones podrán (o requerirán) realizar todos los pasos con el mismo detalle, dependiendo del objetivo y el contexto de la evaluación (De Groot y otros, 2018).

Por último, podría concluirse que, por encima de la perspectiva integrada y flexible ecológico-económica y de sistemas para la evaluación de los servicios del ecosistema, es importante investigar la interacción entre los sistemas ecológicos y socioeconómicos. Esto permitirá una comprensión más profunda y completa de la contribución de los ecosistemas y los costos debidos a sus usos.

Aunque se han mejorado los métodos y tecnologías de mapeo de los SE, los productores y usuarios de mapas se enfrentan a varios retos debido a la complejidad del proceso y a la forma de transferir la información del mapeo a las políticas. Paloma y otros (2018) clasifican siete cuellos de botella del mapeo a los que se enfrentan los expertos como:

i) la interacción entre el creador y el usuario del mapa;

ii) la codificación y las ontologías;

iii) personal cualificado;

iv) disponibilidad de datos y de mapas

v) selección del método apropiado;

vi) deficiencias técnicas;

vii) infravaloración del proceso/resultado del mapeo

Los humanos son parte inseparable de la vida en la red, que es un sistema complejo e interconectado. Cada componente juega un papel importante en este sistema. Incluso un pequeño cambio o eliminación de cualquier componente, repercute en todo el sistema, y esto puede producir consecuencias positivas o negativas.

4.4. El papel del "Concepto de Servicio del Ecosistema" en el desarrollo de la política ambiental

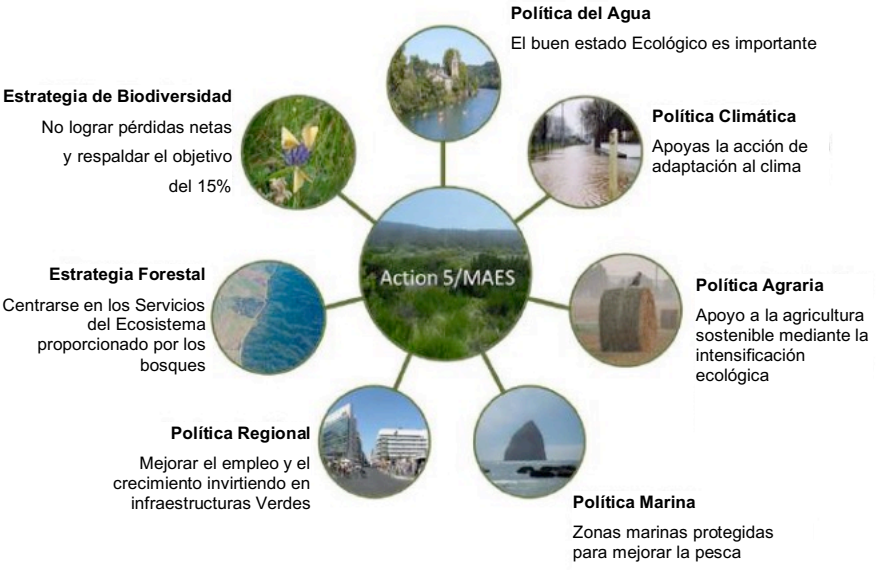
Dado que los servicios del ecosistema representan una visión holística e integrada de las relaciones entre el hombre y la naturaleza; merece ser reconocido como un importante marco para la formulación de políticas y toma de decisiones. Los SE tienen el potencial de convertirse en una herramienta importante para la política y la toma de decisiones a escala mundial, nacional, regional y local. Los resultados del mapeo y la evaluación de los SE podrían ser documentos de referencia para la elaboración de políticas en varias esferas; desde la gestión sostenible de los recursos naturales, la protección medioambiental y la conservación de la naturaleza, la planificación del uso de la tierra, la protección del clima, la reducción del riesgo de desastres hasta las actividades de capacitación e investigación medioambiental. El concepto de SE puede servir como instrumento de comunicación para comprometer la interfaz ciencia-política-sociedad (Díaz y otros 2015, Everard 2015, Bull y otros 2016).

Los SE tienen el potencial de abordar los conflictos, dilemas y sinergias entre los objetivos ambientales, económicos y sociales. Este enfoque integrador requiere un pensamiento sistemático y la comprensión de las complejas relaciones y mecanismos de retroalimentación en los sistemas socio-ecológicos para proporcionar medidas integradas (Liu et al., 2015).

Como declararon Maes y otros (2012) "los encargados de formular políticas se han dado cuenta de que los servicios del ecosistema o las soluciones basadas en la naturaleza (por ejemplo, el uso de los humedales para la purificación del agua o la prevención de las inundaciones) podrían ser más rentables que las infraestructuras técnicas". Además, como mencionaron Fürst y otros (2017) "el concepto de SE puede proporcionar un marco amplio para el análisis de las compensaciones, abordando los compromisos entre los usos de la tierra que compiten entre sí y ayudando a facilitar las decisiones de planificación y desarrollo en todos los sectores, escalas y límites administrativos".

La figura 6 lo indica claramente; los ámbitos políticos que pueden beneficiarse de los SE y su evaluación no son sólo objetivos de la biodiversidad, como se indica en la medida 5 de la Estrategia de la UE en materia de biodiversidad para 2020, sino también otras políticas ambientales, como las relativas al cambio climático, la agricultura sostenible, el agua, el medio marino y el forestal, así como las políticas regionales.

Figura 6. Aplicación de los resultados de la Acción 5 de la Estrategia de la UE para la Biodiversidad 2020 en diferentes sectores de política



Fuente: Maes et al., 2014

Los resultados del mapeo y evaluación de los servicios del ecosistema pueden contribuir a la política ambiental en relación con la evaluación de riesgos e impactos para el ecosistema y/o la salud humana de las diferentes actividades humanas, así como a la planificación de diversas medidas de mitigación o de gestión.

4.5. Servicios del Ecosistema para las Pandemias

La biodiversidad juega un papel muy importante y crucial para la sostenibilidad de los SE. La aparición de la COVID-19 se ha acentuado por la pérdida de biodiversidad y la destrucción del sistema que sustenta la vida humana. Cuanto más rica sea la biodiversidad, más difícil será la propagación de los patógenos. Por el contrario, la pérdida de biodiversidad aumenta la oportunidad de que las enfermedades causadas por zoonosis; los patógenos pasen entre animales y personas.

Los impactos antropogénicos, entre ellos la deforestación, la agricultura extensiva, la invasión de los hábitats de la vida silvestre y el cambio climático, han destruido el delicado equilibrio de los ecosistemas. Como seres humanos, hemos aumentado nuestra presión sobre los ecosistemas que nos sirven varios beneficios mencionados al principio de este capítulo y hemos creado condiciones en las que se propagan determinados patógenos, incluidos los coronavirus. Las enfermedades causadas por zoonosis representan el setenta y cinco por ciento de todas las enfermedades infecciosas emergentes.

Esto puede ocurrir a través de varios mecanismos como los dados por el WWF, (2020)

- Aumento de los lugares de reproducción de los vectores de enfermedades, como los canales de riego y las presas donde proliferan los mosquitos
- Aumento de la propagación de especies huéspedes
- Mantener especies salvajes en cautiverio en estrecho contacto entre sí, y con otros animales domésticos
- Transferencia de patógenos entre diferentes especies
- Pérdida de especies depredadoras
- Cambios genéticos inducidos por el hombre en los vectores de enfermedades o patógenos (como la resistencia de los mosquitos a los pesticidas o el uso de medicamentos en la ganadería intensiva, que conducen a la aparición de bacterias resistentes a los antibióticos)
- Contaminación ambiental por agentes de enfermedades infecciosas.

Para prevenir futuros brotes, se deben tener en cuenta las amenazas a los ecosistemas y a la vida silvestre, incluyendo la pérdida de hábitat, la contaminación y el cambio climático. Porque, el cambio en los patrones de uso de la tierra, especialmente la deforestación y la alteración de los hábitats naturales, son responsables de casi la mitad de los problemas de zoonosis ocurridos.

La COVID-19 nos permitió revisar nuestra relación con la naturaleza y nos advirtió que nos adaptemos a un nuevo trato verde y a un planeta más responsable con el medio ambiente. La aparición de enfermedades zoonóticas es causada por el impacto de las actividades humanas. A medida que la población mundial alcanza los 9.000 millones de habitantes, es necesario comprender mejor la red de vida en la que vivimos y apreciar que funciona como un sistema completo. Después de revisar nuestra relación con la naturaleza, debemos mantenerla al frente de la toma de decisiones.

Definiciones útiles

Son conceptos específicos para examinar cómo están interconectados los diferentes servicios del ecosistema:

Las compensaciones se definen comúnmente como el aumento de un servicio del ecosistema que resulta en una reducción de otro. Por ejemplo, la tala de un bosque para cultivar cosechas contribuye y aumenta el suministro de alimentos, pero reduce otros beneficios derivados de la existencia del bosque, como el almacenamiento de carbono, la calidad del aire y la regulación de las inundaciones. Por lo tanto, es común decir que un servicio del ecosistema se "intercambia" con otros.

Las sinergias son un buen ejemplo de las interconexiones de los servicios del ecosistema. Se producen cuando los aumentos de un servicio del ecosistema se combinan con el aumento de otro. Esto ocurre en varias situaciones, por ejemplo, cuando la polinización del servicio regulador contribuye a aumentar la producción de cultivos del servicio de aprovisionamiento. Otro ejemplo es la sinergia entre el control de la erosión del suelo y la producción de cultivos. Por lo general, la erosión da lugar a la pérdida de los suelos más fértiles, lo que reduce los rendimientos. El control y la mitigación de los

fenómenos de erosión significa mantener la productividad del suelo y, por lo tanto, asegurar un mejor suministro de cultivos (aprovisionamiento). Las medidas de prevención de la erosión del suelo pueden abordar sinergias adicionales cuando, por ejemplo, implican la plantación o la protección de la vegetación a lo largo de las riberas de los ríos, lo que a su vez puede impulsar la purificación del agua (regulación) y puede crear un paisaje agradable para el turismo (cultural).

Un **conjunto de servicios del ecosistema, o cluster**, se define como un "conjunto de servicios del ecosistema que ocurren juntos repetidamente a través del espacio o el tiempo". Un ejemplo sencillo es el de los bosques que proporcionan madera (suministro), captación de carbono (regulación) y la posibilidad de realizar actividades al aire libre (culturales). Será interesante averiguar cuántos conjuntos de servicios del ecosistema están presentes en los Alpes.

Así pues, la comprensión de las compensaciones y sinergias entre los servicios del ecosistema es el aspecto primordial de la toma de decisiones en el desarrollo territorial y la gestión ambiental, a fin de reducir los efectos perjudiciales de centrarse en unos pocos servicios a expensas de otros.

Enlaces útiles:

https://www.es-partnership.org/

https://www.unenvironment.org/news-and-stories/video/how-nature-can-protect-us-pandemics

https://biodiversity.europa.eu/maes

https://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=4900#PD

REFERENCIAS

Barney Jeffries. (2020). The Loss Of Nature And The Rise Of Pandemics Protecting Human And Planetary Health, WWF

Brown, C., Burns, A., & Arnell, A. (2018). A Conceptual Framework for Integrated Ecosystem Assessment. *One Ecosystem*, *3*. doi: 10.3897/oneeco.3.e25482

Bull, J., Jobstvogt, N., Böhnke-Henrichs, A., Mascarenhas, A., Sitas, N., Baulcomb, C., … Koss, R. (2016). Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats: A SWOT analysis of the ecosystem services framework. *Ecosystem Services*, *17*, 99–111. doi: 10.1016/j.ecoser.2015.11.012

Burkhard, B., Santos-Martin, F., Nedkov, S., & Maes, J. (2018). An operational framework for integrated Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services (MAES). *One Ecosystem*, *3*. doi: 10.3897/oneeco.3.e22831

De Groot, R., Moolenaar, S. van Weelden, M., Konovska, I., de Vente, J. (2018b). The ESP Guidelines in a Nutshell. FSD Working Paper 2018-09 (29 pp), Foundation for Sustainable development, Wageningen, The Netherlands

Díaz, S., S. Demissew, J. Carabias, C. Joly, M. Lonsdale, N. Ash, …, D. Zlatanova. (2015). The IPBES conceptual framework—connecting nature and people. Current Opinion in Environmental Sustainability

EU. (2016). Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services, Mapping and assessing the condition of Europe's ecosystems: Progress and challenges Technical Report 2016- 0095

European Commision 2016, Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services Urban ecosystems 4th Report, Environment

Everard, M. (2015). Communicating Ecosystem Services. Ecosystem News.

Fürst, C., Luque, S., Geneletti, D. (2017). Nexus thinking – how ecosystem services can contribute to enhancing the cross-scale and cross-sectoral coherence between land use, spatial planning and policy-making, International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management, 13(1): 412-421

Haines-Young R, Potschin-Young M. (2018). Revision of the Common International Classification for Ecosystem Services (CICES V5.1): A policy brief. One Ecosystem

Haines-Young, R. and M. Potschin. (2010). The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. Ch6 in: Raffaelli, D. and C. Frid (Eds.): Ecosystem Ecology: a new synthesis. BES ecological reviews series, Cambridge University Press, Cambridge (31 pp)

Liu, J., Mooney, H., Hull, V., Davis, S. J., Gaskell, J., Hertel, T., … Li, S. (2015). Systems integration for global sustainability. *Science*, *347*(6225), 1258832. doi: 10.1126/science.1258832

Liu J. (2005). Integrated Ecosystem Assessment of Western China. Geography.

Maes J., Teller A., Erhard M., Grizzetti B., Barredo J.I., Paracchini M.L., …, B. Werner (2018): Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An analytical framework for ecosystem condition. Publications office of the European Union, Luxembourg (5th MAES Report)

Maes, J., Egoh, B., Willemen, L., Liquete, C., Vihervaara, P., Schägner, …, Bidoglio, G., (2012). Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union. Ecosystem Services 1: 31–39.

Maes, J., Teller, A., Erhard, M., (2014). Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. Indicators for ecosystem assessments under action 5 of the EU biodiversity strategy to 2020. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

Martín-López, B., Gómez-Baggethun, E., García-Llorente, M. and Montes, C. (2014) Trade-offs across value-domains in ecosystem services assessment. Ecological Indicators, 37:220-228

McBride, Brooke Baldauf. (2011). "Essential Elements of Ecological Literacy and the Pathways to Achieve It: Perspectives of Ecologists" Graduate Student Theses, Dissertations, & Professional Papers. 380.

Palomo I, Willemen L, Drakou E, Burkhard B, Crossman N, Bellamy C, …, Verweij P (2018). Practical Solutions For Bottlenecks In Ecosystem Services Mapping. One Ecosystem

Pascual U, Balvanera P, Díaz S, Pataki G, Roth E, Stenseke M, …, Yagi N (2017) Valuing nature's contributions to people: the IPBES approach. Curr Opin Environ Sustain

Potschin, M. and R. Haines-Young, (2016). Defining and measuring ecosystem services. In: Potschin, M., Haines-Young, R., Fish, R. and Turner, R.K. (eds) Routledge Handbook of Ecosystem Services. Routledge, London and New York, pp. 25-44.

Rendón O.R., Garbutt A., Skov M., Möller I., Alexander M., Ballinger R., …, Beaumont N. A Framework Linking Ecosystem Services And Human Well-Being: Saltmarsh As A Case Study. People And Nature, British Ecological Society.

Santos-Martín F, Geneletti D, Burkhard B. (2019) Mapping And Assessing Ecosystem Services: Methods And Practical Applications. One Ecosystem

TEEB, 2010. The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB. p. 36.

Kasparinskis R., Ruskule A., Vinogradovs I, Pecina M. (2018) The Guidebook On Ecosystem Service Framework In Integrated Planning. University of Latvia, Faculty of Geography and Earth Sciences, p 63.Vihervaara P, Viinikka A, Brander L, Santos-Martín F, Poikolainen L, Nedkov S. (2019). Methodological Interlinkages For Mapping Ecosystem Services – From Data To Analysis And Decision-Support. One Ecosystem

Walz, A., Schmidt, K., Ruiz-Frau, A. Et Al. (2019). Sociocultural Valuation Of Ecosystem Services For Operational Ecosystem Management: Mapping Applications By Decision Contexts In Europe. Reg Environ Change 19, 2245–2259 .

PREGUNTAS

Preguntas Verdadero /Falso

1) (V / F) La valoración ecológica NO puede expresarse en términos de valores éticos.

2) (V / F) El cambio climático previsto amenaza la biodiversidad acuática y los servicios del ecosistema, en parte por contribuir al aumento del nivel del mar.

3) (V / F) Tanto las contribuciones directas como las indirectas de los ecosistemas al bienestar humano se consideran 'servicios del ecosistema'.

4) (V / F) Los servicios del ecosistema son productos que los humanos proporcionan a los ecosistemas.

5) (V / F) Los valores de los servicios del ecosistema pueden expresarse en términos de unidades monetarias.

6) (V / F) Tras la aprobación de la Estrategia de la UE sobre la Biodiversidad 2020, el mapeo y la evaluación de los servicios del ecosistema han adquirido prioridad en la agenda de todos los países de la UE.

7) (V / F) La evaluación de los servicios del ecosistema tiene en cuenta las dimensiones de valor biofísico, sociocultural y económico por separado.

8) (V / F) Las compensaciones se definen comúnmente como el aumento de un servicio del ecosistema derivado de la reducción en otro.

9) (V / F) La interacción entre el cartógrafo y el usuario del mapa es uno de los cuellos de botella a los que se enfrenta el mapeo de los servicios del ecosistema.

10) (V / F) La inclusión de los interesados NO es esencial al diseñar una evaluación de los ecosistemas.

Preguntas de opción multiple

11) Los alimentos, los recursos genéticos y la leña son ejemplos de ello:

a) Servicios de regulación
b) Servicios de apoyo
c) Servicios culturales
d) Servicios de aprovisionamiento

12) El ocio y el ecoturismo; el sentir del entorno son ejemplos de:

a) Servicios culturales

b) Servicios de aprovisionamiento

c) Servicios de apoyo

d) Regulación de los servicios

13) Entre los ejemplos de servicios del ecosistema se incluyen::

a) Belleza estética

b) Polinización de los cultivos

c) Ciclo de nutrientes

d) Todo lo anterior

14) ¿Cuál de los siguientes puntos NO está incluido en el "modelo de cascada" de los servicios del ecosistema?

a) Estructura biofísica

b) Beneficios

c) Desventajas

d) Función

15) ¿Cuál de los siguientes puntos es uno de los perjuicios de los servicios del ecosistema?

a) Descomposición de los contaminantes

b) Transmisión de contaminantes

c) Alergia al polen

d) Todo lo anterior

16) ¿Cuál de los siguientes casos es un ejemplo de cómo un servicio del ecosistema puede verse comprometido o amenazado?

a) Un río está contaminado por los residuos de una planta química cercana

b) Un humedal es drenado para crear tierras de cultivo

c) Se tala un bosque para proporcionar madera para la construcción de viviendas

d) Todo lo anterior

17) ¿Cuál de las siguientes afirmaciones NO son ciertas para la evaluación de los servicios del ecosistema?

a) Necesario para tomar decisiones bien fundadas para el uso racional

b) No se necesitan métodos de evaluación certificados

c) Debe evaluarse de manera certificada

d) Debe evaluarse de manera transparente

18) ¿Cuál de los siguientes puntos NO son verdaderos en la guía de estructuración para la evaluación de los ecosistemas?

a) Cartografía de los ecosistemas

b) Describir el estado del ecosistema

c) Cuantificación de los servicios del ecosistema

d) Evaluar todo lo anterior por separado para la evaluación del ecosistema

19) La dimensión sociocultural de la evaluación de los SE tiene como objetivo:

a) Identificar los valores que los seres humanos atribuyen a la naturaleza

b) Medición de las estructuras y procesos de los ecosistemas

c) Captura de las percepciones asignadas por las personas a los servicios del ecosistema

d) Aumentar la concienciación sobre la importancia de los servicios del ecosistema para las personas

20) ¿Cómo afectará el aumento de la diversidad de especies a los servicios del ecosistema?

a) Aumenta la eficiencia y la productividad de un ecosistema

b) Sólo aumenta la eficiencia y no la productividad de un ecosistema

c) No aumenta la eficiencia y la productividad de un ecosistema

d) Sólo aumenta la productividad de un ecosistema

Respuestas correctas: ¡Véase el anexo "Respuestas"!

CAPITULO 5

Ecoalfabetización

Anna KUJUMDZIEVA[8], Maya NUSTOROVA[9] & Trayana NEDEVA[10]

Introducción

Paralelamente a la formulación del término "ecoalfabetización" en la ecología, ha surgido otro concepto sobre la ecoalfabetización, con una definición que difiere incuestionablemente de la tradicional. La idea de la ecoalfabetización como un enfoque que afecta a la formación de comunidades humanas sostenibles y requiere una reconstrucción esencial del sistema educativo, fue introducida por Orr (1992). Esta idea es fundamental para entender la alfabetización ambiental/ecológica, y se hizo bastante popular a mediados de los años 80, junto con el establecimiento de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD). Esta institución se forma en 1983 para dar a conocer la creciente preocupación por el creciente deterioro del medio ambiente humano y natural y su impacto en el desarrollo económico y social.

La WCED (denominada como Comisión Brundtland) publicó un informe, "Nuestro futuro común", que fue el primer estudio exhaustivo sobre la salud de la Tierra, en el que se describía en detalle la responsabilidad de la contaminación atmosférica, la desertificación y la pobreza. En este informe también se analizaba el concepto de desarrollo sostenible, formulándolo como *"...un desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades*" (WCED, 1987). El informe "Nuestro Futuro Común" se utilizó como base para el Programa 21, capítulo 36, que declaró la responsabilidad de reorganizar la educación dentro de la visión del desarrollo sostenible (UNESCO, 1992). Como consecuencia de estos acontecimientos, la UNESCO cambió su Programa Internacional de Educación Ambiental (1975-1995) por el de Educación para un Futuro Sostenible (UNESCO, 1997). Dado que el concepto de desarrollo sostenible influyó y reorganizó el proceso de educación ambiental, el propio desarrollo sostenible se configuró como un campo educativo (es decir, la educación para el desarrollo sostenible, EDS) (Bonnett, 2002; González-Gaudiano, 2005; Stevenson, 2006).

Cinco años después de la labor de Orr sobre la ecología, Capra (1997) impuso un nuevo sentido al término "ecología", definiéndolo como la comprensión de los principios

[8] Profesor Adjunto Dr., Fundación Intellect, akujumdzieva@gmail.com
[9] Prof. Dr., Fundación Intellect, m.nustorowa@abv.bg
[10] Profesor Adjunto Dr., Fundación Intellect, nedeva@abv.bg

de organización de los ecosistemas y la aplicación de esos principios para crear comunidades y sociedades humanas sostenibles. (Cutter-Mackenzie & Smith, 2003). Es decir, la idea de usar los recursos con el propósito de crear comunidades humanas sostenibles, exige y requiere una reconstrucción esencial de los sistemas educativos.

5.1. ¿Qué es Ecoalfabetización?

El término " ecoalfabetización " representa la comprensión e internalización de las relaciones ecológicas sostenibles en la naturaleza y la transferencia de este estilo de vida sostenible a la vida cotidiana. Este significado es válido, aunque la ecoalfabetización no tiene una sola y única definición.

El tema central de la ecología se basa en la sostenibilidad, lo que hace especial hincapié en que los trabajos y estudios sobre el desarrollo sostenible deben diseñar indicadores y métricas para evaluar esa ecología.

Según la revisión bibliográfica, aún no se ha encontrado ninguna escala de ecología o modelo alternativo. Por lo tanto, es necesario desarrollar una escala para la ecoalfabetización destinada a ser utilizada por los adultos, y utilizar esta escala para probar el modelo alternativo de ecoalfabetización.

Los elementos básicos del concepto de modelo alternativo de ecoalfabetización se centran en los puntos comunes de la ecoalfabetización: tener raíces sostenibles, afectivas, cognitivas y conductuales. Estas raíces se refieren a varios subcomponentes como la inteligencia ecológica, la inteligencia social, la inteligencia emocional, la economía y el hábito de consumo ecológico.

The modelo diseñado de ecoalfabetización que abarca estos subcomponentes según la bibliografía se muestra en la Figura 1. Siguiendo este modelo, las inteligencias económica, emocional y social son subcategorías de la inteligencia ecológica (1ª etapa del modelo). La inteligencia ecológica, a su vez, está directamente relacionada con los comportamientos de consumo ecológicos, en la 2ª etapa del modelo.

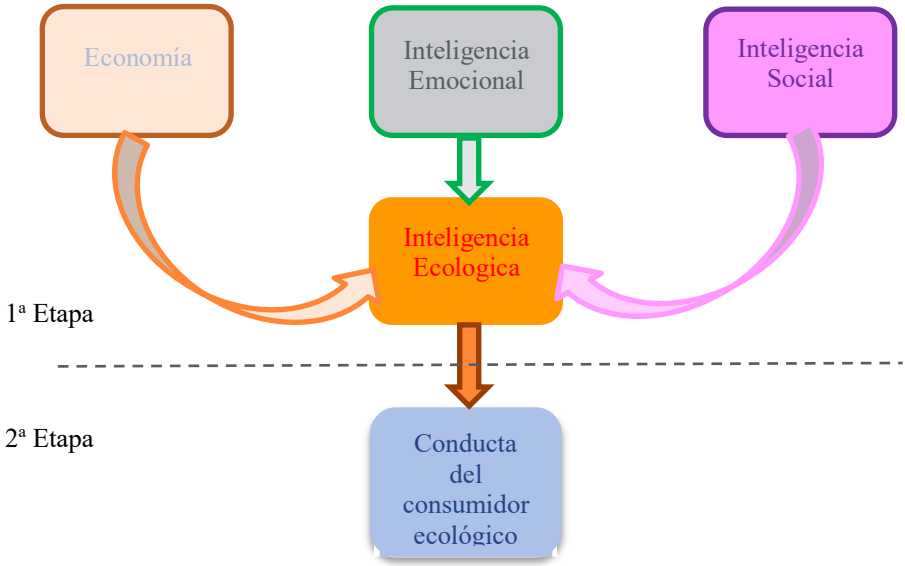
5.1.1. Inteligencia ecológica

La inteligencia ecológica es uno de los principales subconjuntos de la ecología. Se debe al hecho de que el concepto de eco-alfabetización está relacionado con la perspectiva holística o la sostenibilidad. La misión clave de la inteligencia ecológica es:

- ✓ Cultivar la responsabilidad y la conciencia social y ambiental
- ✓ Para fomentar el pensamiento crítico
- ✓ Para seguir el aprendizaje cooperativo
- ✓ Para generar un cambio de comportamiento en la perspectiva a largo plazo.

La inteligencia ecológica se asocia con las áreas del cerebro responsables de las reacciones cognitivas y afectivas. Anatómica y fisiológicamente, ambas partes del cerebro de los alumnos deben ser potenciadas.

Figura 1. Modelo alternativo de alfabetización ecológica



Leyenda: 1ª etapa: subcategorías de economía, inteligencia emocional y social de la inteligencia ecológica; 2ª etapa: la inteligencia ecológica se vincula a los comportamientos de consumo ecológicos.

La inteligencia ecológica respeta las peculiaridades individuales. No las pasa por alto, ya que la experiencia individual influye en la comunidad social.

Otra característica clave de la inteligencia ecológica es su perspectiva holística, ya que hay muchos factores bióticos y abióticos en el mundo que deben tenerse en cuenta. Por lo tanto, cada actividad vinculada al consumo o no, puede influir directa o indirectamente en el medioambiente.

Es importante que las personas se encarguen del tratamiento concreto de sus entornos y comunidades sociales. Como el individualismo es característico de la sociedad capitalista humana, los humanos (siendo criaturas sociales) no pueden aislarse del área social porque la inteligencia ecológica es un proceso social y colectivo. De hecho, el activo ambiental se logra a través de la comunicación del lenguaje y por lo tanto el comportamiento ambientalmente responsable también necesita involucrar un juego social y económico responsable.

5.1.2. Inteligencia Social

La inteligencia social es el segundo subconjunto clave de la ecología. La inteligencia social se refiere a las responsabilidades sociales de las personas con respecto a la sostenibilidad. Por ejemplo, la gente tiene que suponer cómo se produce una materia o si hay algún aprovechamiento ambiental o social/humano en este proceso de producción.

Mejorar la inteligencia social es una tarea difícil debido al proceso de migración. Este proceso tiene dos partes: los migrantes y los anfitriones (ciudades/países). Los migrantes son fuentes de mano de obra barata para los anfitriones. Por eso se les llama "revolución marrón". Si la población de un migrante se ubica en un área urbana, causa un estrés masivo en la vida urbana. Esto es válido, especialmente para Asia, el África subsahariana y América Latina (FAO, 2015).

Another problem is the adaptation of the rural population to urban social life. This is not an easy process, there is a gap between anticipation and reality in terms of social and economic lives.

A pesar de estas consideraciones, la revolución marrón no puede cesar (Economist, 2002) por razones económicas. Una decisión comprometida es que se frene, por un lado, y que los gobiernos apoyen la vida de la población rural con políticas internas y externas, como recomienda el Informe 2015 de la FAO.

The Economist (2002) propone renombrar el refuerzo de la población rural como "revolución verde" porque el desarrollo ecológico de la zona rural está relacionado con la economía (Informe de la FAO, 2003).

5.1.3. Economía

La última pero no menos importante subparte de la ecología es la economía. McCallum (2005) y Orr (2002) afirmaron que la ciencia occidental en el plan histórico tiene un efecto adverso en la comprensión del medio ambiente natural: la ecología y la economía se consideran dos temas diferentes e independientes. Al mismo tiempo, se complementan entre sí debido a que la economía necesita recursos ambientales y humanos para continuar su desarrollo. Por lo tanto, la economía debe basarse en el desarrollo sostenible y no en la explotación de los recursos ambientales y humanos (como es la revolución marrón).

Así pues, las personas deben ser capaces de comprender que todas sus necesidades que se satisfacen comprando alimentos, ropa, refugios, dependen de los recursos naturales. Por eso, la gente tiene que pensar y sentir sus propios efectos sobre el medio ambiente y la necesidad de su prevención. Por lo tanto, el sentido medioambiental se concibe como una inteligencia emocional.

5.1.4. Inteligencia Emocional

La inteligencia emocional es también una importante subparte de la ecología. De hecho, Goleman, Bennett y Barlow (2012) agrupan las inteligencias ecológicas, sociales

y emocionales bajo el término "ecoliteracy". Con respecto a la inteligencia emocional, uno debería ser capaz de percibir los supuestos impactos negativos de sus acciones en la sociedad, el medio ambiente natural y los demás organismos vivos.

McBride y otros (2013) también han aceptado este tipo de relación entre los elementos ecológicos, afectivos y cognitivos, bajo el sombrero de la ecoalfabetización, llamando a estos elementos "conexiones de cabeza, corazón, manos y espíritu".

La inteligencia emocional está ligada a los sentimientos humanos. Es la parte emotiva de la ecología. Las personas tienen sentidos y emociones pero a veces no pueden ser capaces de entenderlas o expresarlas. En lo que respecta al medio ambiente, si las personas sienten este entorno (dolor, pena, ansiedad, miedo, empatía, etc.), están vinculadas a él. Las principales preguntas son si las actividades humanas perturban la vida de otros seres vivos; cuáles son sus sentimientos y si tienen empatía.

Se señala que hay que prestar especial atención a las personas adultas, que no están muy abiertas al cambio, exploran y expresan sus sentimientos como niños; por esta razón se debe elaborar una medida específica para los adultos para hacer frente a sus problemas sociales y de consumo.

5.1.5. Conducta del consumidor verde

En general, las personas adultas suelen gastar y consumir más productos de los que realmente necesitan. Esta tendencia está directamente relacionada con el creciente consumismo, (Aracıoglu & Tatlıdil, 2009; Esposito, 2009). Es necesario reducir al mínimo el uso excesivo de los recursos naturales vinculado al efecto del consumismo. En este contexto, apareció el concepto de producción ecológica que hace hincapié en los artículos ecológicos. Sin embargo, como los productos ecológicos son más caros, los productores los comercializarán si los consumidores tienden a comprar productos en armonía con la naturaleza. De esta manera, la producción industrial no actuará de forma perjudicial para la naturaleza. Las necesidades a considerar aquí son la acción colectiva y la conciencia pública sobre el uso de productos ecológicos. Estas necesidades serán de gran importancia. Así, la acción colectiva de los consumidores verdes hace referencia a la ecoalfabetización debido al comportamiento ambientalmente responsable o de consumo verde que es el lado visible/observable de la ecoalfabetización (Kapogianni, 2015; McBride et al., 2013).

La ecoalfabetización sintetiza los cuatro principios siguientes:

- ✓ Para tener una idea de cómo funciona la Tierra desde el punto de vista de los conceptos ecológicos básicos (es decir, ecosistemas, energía, ecología de la población, ecología de la comunidad, ciclos materiales).
- ✓ Comprender cómo los humanos encajan en la ecología del planeta, incluyendo la conciencia de las amenazas humanas a la integridad ecológica (es decir, el calentamiento global, el agotamiento de la capa de ozono, la destrucción del hábitat).
- ✓ Encontrar posibles soluciones para estas amenazas humanas a los sistemas ecológicos de la Tierra.

La base sobre la que se construyen estos tres primeros principios de la ecoalfabetización se resume en el cuarto principio que sigue a continuación.

- ✓ Para expresar empatía y conexión con la naturaleza. La empatía es definida por diferentes autores de manera diferente, como "sentido de maravilla" (Rachel Carson), "biofilia" (E.O. Wilson de Harvard), y "amor, respeto y admiración por la tierra" (Aldo Leopold). Los científicos y los pensadores comparten casi sin duda la opinión de que la vida actual de la especie humana en el planeta no es, a groso modo, sostenible. Dado que la humanidad vive en un planeta con límites físicos y de recursos, las actividades humanas sostenibles deben practicarse como una conciencia y respuesta a dichos límites.

El camino para la creación de una empresa humana sostenible, tanto a nivel local como mundial, exige adoptar soluciones inteligentes sobre una amplia gama de cuestiones ambientales. Las decisiones inteligentes y bien fundadas sobre el uso de la tierra, el crecimiento, el uso de la energía, el espacio abierto, la contaminación y muchas otras cuestiones requieren ciudadanos con conocimientos ecológicos.

5.2. Necesidad de la ecoalfabetización

La necesidad de la ecoalfabetización se basa en nuestra comprensión de los ecosistemas de nuestro planeta y de las formas en que los seres humanos pueden vivir de manera más eficiente y sostenible dentro de esos sistemas. Las decisiones y elecciones que los individuos, las comunidades y los responsables políticos están tomando a menudo implican factores científicos, económicos y sociales bastante complejos. Lamentablemente, el diálogo y el nivel de alfabetización de los ciudadanos (en todos los niveles de la sociedad) se caracterizan por la desinformación y la falta de cuestionamiento crítico. Un ejemplo de esta realidad que avanza a gran velocidad es la lectura de libros. La lectura de libros entre todos los jóvenes y adultos está disminuyendo progresivamente. Al mismo tiempo, las investigaciones han demostrado que la capacidad de lectura en la edad infantil también disminuye. La disminución de la alfabetización entre los jóvenes se ha atribuido a "*la alienación y la falta de poder debido a los planes de estudio tradicionales, las prácticas pedagógicas y los textos culturalmente irrelevantes*" (Okur-Berberoglu, 2018).

Así pues, la ecoalfabetización puede enseñarse como una disciplina ambiental integrada que es a la vez apropiada para la edad y basada en normas, diseñada para hacer que la cultura ambiental de la gente se ajuste a los requisitos sociales, económicos y ambientales del siglo XXI. La ecología fomenta una perspectiva esencial para la vida sostenible: que el mundo natural apoya y limita las necesidades y los logros humanos (Fig. 2).

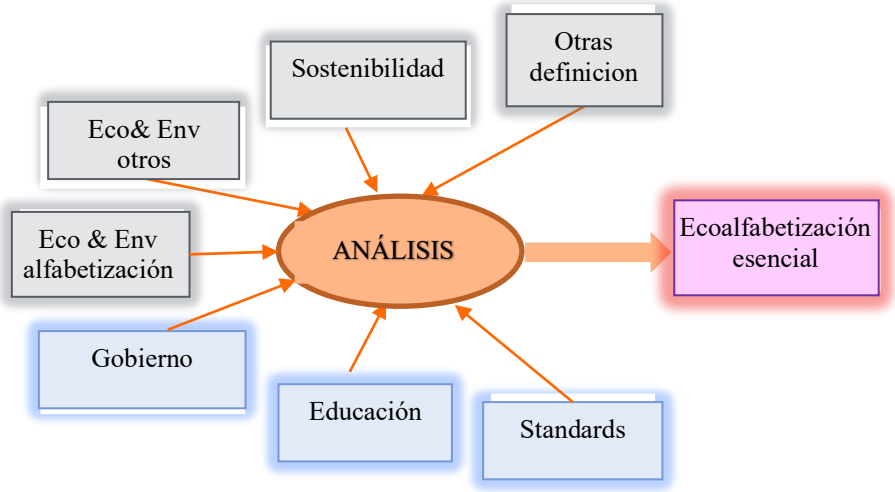
La ecoalfabetización no es sólo la conciencia hacia el cambio al pensamiento sistémico. Va más allá y aplica este principio a todos los temas interrelacionados en un formato interdisciplinario inteligente. El pensamiento sistémico es esencial para desarrollar una actitud que pueda ayudar a los tutores a guiar a los alumnos hacia una conciencia ambiental sana y activa. En particular, esto es considerado como el desarrollo de la "Tierra" - una orientación de las personas hacia la interconexión con todos los

procesos y sistemas de la Tierra, que mejorará el movimiento de toda la sociedad hacia relaciones sanas con nuestro medio ambiente.

Los modernos enfoques e instalaciones de investigación permiten a los científicos recoger información exhaustiva sobre la salud de nuestro planeta. El fondo documental de hoy en día es enorme. A fin de mejorar la capacidad de las personas para filtrar esta información y comprender los complejos sistemas naturales afectados por las actividades humanas, se ha dado una importancia creciente a mejorar la ecoalfabetización. La ecoalfabetización por sí sola no es suficiente para facilitar el cambio deseado en nuestra actitud frente al medioambiente. No es una tarea fácil, ya que el cambio climático sigue acelerándose y la crisis de la biodiversidad sigue empeorando. Sin embargo, ofrece conocimientos valiosos que podrían contribuir a los esfuerzos de las personas hacia una vida y una sociedad sostenibles. Sus principales pilares son los siguientes:

- ✓ A través de la ecoalfabetización, jóvenes y adultos maduran para entender la naturaleza y su lugar en ella.
- ✓ Los antecedentes de la ecoalfabetización fomentan los vínculos entre los seres humanos y la naturaleza, y les animan a ir más allá del miedo a explorar, aprender y actuar sobre el conocimiento, adoptado a partir de la ecoalfabetización.
- ✓ La vida es colectiva y cooperativa y los ejemplares y la red de especies, las comunidades y los sistemas se sostienen mutuamente.
- ✓ La vida exige ser multifacética. La diversidad significa que podemos cambiar.
- ✓ Todas las cosas vivas y no vivas están vinculadas y la vida se trata de una interrelación. Las comunidades representan los ecosistemas. Las especies tienen vínculos intrínsecos entre sí en una red, aunque a veces esto significa que se comen entre sí. Esa es una relación también.
- ✓ Todo comienza con el sol, que alimenta a las plantas que mantienen la vida en la Tierra.
- ✓ Los ciclos de la materia de la vida. Cada trozo de arena y cada gota de agua ha estado aquí desde siempre, y siempre estará aquí, aunque en una forma diferente.
- ✓ Los ecosistemas no tienen residuos, porque siempre son alimento para otro organismo. ¡El resto de la materia de un tipo tiene que ser utilizada de otro!
- ✓ La gente necesita la naturaleza para vivir. Necesita aire, agua y tierra limpios. Necesitan plantas y otros animales para trabajar con la gente.

Figura 2. Concepto esencial de ecoalfabetización.



(*adapted according to Nichols, 2010*)

5.2.1. La forma de construir la ecoalfabetización

Como ya se ha mencionado, la reciente interpretación de la ecoalfabetización se basa en una innovadora amalgama de inteligencia emocional, social y ecológica. Estos elementos se tratan en una perspectiva de cuidado y preocupación, para la comprensión de los sistemas naturales y poner las habilidades cognitivas con empatía para toda la vida.

Al vincular estos elementos de la inteligencia, la ecoalfabetización establece los éxitos debidos a la disminución de los problemas de comportamiento para aumentar el rendimiento académico y fomentar el aprendizaje social y emocional. De esta manera, introduce el conocimiento, la empatía y la acción para practicar una vida sostenible.

Por lo tanto, para lograr y fomentar una ecoalfabetización social y emocional comprometida, se introdujeron las siguientes prácticas que, por supuesto, no son la única forma de hacerlo. Sin embargo, cuando se recurre a esas prácticas, se logra una manera sólida de lograr la ecoalfabetización y aparecen relaciones más sanas con otras personas y comunidades.

Estas prácticas pueden resumirse de la siguiente manera:

1. Desarrollo de la empatía por todas las formas de vida

En general, todos los organismos vivos, incluidos los humanos, poseen necesidades comunes para su vida y supervivencia: alimento, agua, espacio y condiciones que apoyan la dinámica del equilibrio de la vida.

Asumiendo estas necesidades básicas y comunes, que son compartidas por todos los organismos, se está produciendo un cambio pasando del papel central admitido de los humanos como criaturas superiores a uno más auténtico - (la visión de los humanos como miembros del mundo natural). Así, se acepta una expansión de la empatía hacia la calidad de vida de otras formas de vida.

La mayoría de la gente muestra cuidado y compasión hacia otros seres vivos y es uno de los indicadores importantes: el cerebro humano es capaz de sentir. Esta capacidad debe ser cuidada creando lecciones que enfaticen el importante papel que las plantas y los animales juegan en el sostenimiento de la red de la vida.

La empatía también puede cultivarse mediante el contacto con otros seres vivos, manteniendo plantas y animales vivos en casa, realizando excursiones a la naturaleza, zoológicos, jardines botánicos y centros de rescate de animales, así como participando en proyectos de campo como la rehabilitación del hábitat.

Otra forma de fomentar la empatía con otras formas de vida es comprender las culturas indígenas. Las sociedades tradicionales están íntimamente conectadas con las plantas, los animales, la tierra y los ciclos de la vida. Esta forma de vida diaria ha ayudado a estas sociedades a sobrevivir a lo largo de los años. Comprender la relación con su entorno podría ser útil para aprender cómo vive una sociedad cuando valora otras formas de vida.

2. Adoptar la sostenibilidad como una práctica en común

Los organismos vivos no pueden sobrevivir en aislamiento. De hecho, la red de relaciones dentro de cualquier comunidad viva define su capacidad colectiva para sobrevivir y prosperar. El aprendizaje de los modos más notables, por los cuales las plantas, animales y otros seres vivos están interrelacionados, inspiran a la gente a comprender el papel de los vínculos intrínsecos dentro de las comunidades vivas. Esto da idea del valor de amplificar esas relaciones pensando y actuando de forma cooperativa.

El desarrollo de la sostenibilidad es una práctica comunitaria, pero contiene algunas características que están fuera de las manifestaciones comunes de la actividad comunitaria. De hecho, las prácticas comunitarias son esenciales para construir la ecoalfabetización porque examinan cómo la comunidad se sostiene a sí misma - la praxis diaria valora el favor común.

Otro enfoque se basa en proyectos que recogen datos sobre las fuentes de energía y la cantidad utilizada y luego formulan la pregunta: *"¿Cómo podríamos cambiar la forma en que utilizamos la energía para que seamos más resilientes y reduzcamos los impactos negativos en las personas, otros seres vivos y el planeta?"*. Estos proyectos pueden dar a los usuarios la opción de empezar a construir una comunidad que valore el bien común y la versatilidad.

3. Hacer visible lo invisible

Desde el punto de vista histórico, así como para algunas culturas que aún existen hoy en día, el camino desde que se tomó la decisión y se realizó fue corto y claro. Por ejemplo, una familia que posee y trabaja la tierra, puede tener pronto experiencia con inundaciones, erosión del suelo, falta de sombra y una gran reducción de la biodiversidad.

Sin embargo, el fuerte desarrollo de la economía mundial hace que la gente ya no vea y no pueda tener conocimiento de los daños de nuestras acciones. Debido al rápido crecimiento económico, por ejemplo, el uso de combustibles fósiles se incrementó fuertemente, y ha sido difícil (y sigue siendo difícil para muchas personas) entender que están dañando con su actividad la mayor parte del clima de la Tierra. No obstante, algunos lugares del planeta están empezando a mostrar diferentes indicios de cambio climático, pero el estado del tiempo diario no es el mismo que el colapso del clima a lo largo del tiempo. Por lo tanto, es importante ordenar las formas de vida expresando la situación climática real y haciendo visibles los cambios invisibles.

Hay varias estrategias diferentes para lograr este efecto. Un enfoque excelente son las herramientas basadas en la web, como Google Earth, que hacen posible un paseo virtual y ver el paisaje en otras regiones y países. De esta manera, se pueden utilizar aplicaciones tecnológicas especiales como Good Guide y Fooducate, que han sido seleccionadas de entre una gran cantidad de "paquetes" de investigación. De esta manera, los formatos fáciles de seguir muestran el impacto de ciertos productos domésticos en nuestra salud, el medio ambiente y la justicia social.

Por eso, mediante los sitios web de redes sociales, los aprendices pueden compartir con los de zonas distantes y aprender directamente lo que los demás están probando y lo que es invisible para la mayoría de los aprendices.

4. Esperando las posibles consecuencias

Muchas de las crisis ambientales, que ocurrieron hoy, tienen un efecto inesperado en el comportamiento humano. Por ejemplo, algunas consecuencias de muerte fueron experimentadas y diferentes habilidades tecnológicas para acceder, producir y usar combustibles fósiles fueron probadas. Todas estas nuevas habilidades tecnológicas fueron consideradas como un avance para nuestra sociedad. Hoy en día el público ha comprendido la dependencia de la sociedad de los combustibles fósiles, y que su uso ha causado contaminación, expansión suburbana, conflictos internacionales y cambio climático. Por supuesto, hay un par de estrategias notables para esperar consecuencias imprevistas. Una estrategia se basa en el principio de precaución, que puede aplicarse a este concepto básico: En el caso de una actividad, que amenaza con tener un efecto nocivo en el medio ambiente o la salud humana, se deben tomar medidas de salvaguardia con respecto a los vínculos de causa y efecto que han sido validados científicamente.

Históricamente, para poner barreras a los nuevos productos, tecnologías o prácticas, se preveía que las personas que se ocupaban de los posibles efectos negativos demostraran científicamente que se producirían daños. Además, el principio de precaución, que se aplica actualmente en muchos países, requiere la presión de la prueba sobre los productores para que demuestren su inocuidad y acepten la responsabilidad en caso de que exista un daño. Otra estrategia consiste en pasar de la solución de problemas al análisis de sus componentes aislados, a fin de adaptar el pensamiento sistémico para evaluar los vínculos y relaciones entre los componentes contenidos.

El uso del pensamiento sistémico parece ser mejor para predecir las posibles consecuencias de un pequeño cambio de una parte del sistema que puede afectar potencialmente a todo el sistema.

Un método fácil para mirar el problema sistémicamente es mapear el problema y todos sus componentes e interconexiones. Así es más fácil comprender la complejidad de las decisiones y prever las posibles implicaciones.

Por lo tanto, no importa con qué frecuencia se apliquen el principio de precaución y el pensamiento sistémico, porque en ambas estrategias se encontrarán consecuencias imprevistas de las acciones.

La creación de flexibilidad, por ejemplo, abandonando la agricultura de monocultivo o estableciendo sistemas alimentarios o redes energéticas locales menos centralizados, representa otra estrategia importante para la supervivencia en estas circunstancias. Así pues, si nos fijamos en la naturaleza, veremos que la capacidad de las comunidades naturales para recuperarse de las consecuencias imprevistas es vital para la supervivencia.

5. Comprender cómo la naturaleza sostiene la vida

1. Las personas eco-alfabetizadas admiten que la naturaleza ha sostenido la vida permanente; como resultado, han vuelto a la naturaleza mientras su tutor les enseñaba varios principios cruciales. Tres de esos principios son especialmente justos para la vida ecoalfabetizada. Los eco-alfabetizados han estudiado de la naturaleza que todos los organismos vivos son elementos de una enrevesada y asociada red de vida y que esos elementos ocupan un lugar particular que depende de su interacción para sobrevivir. Los tutores pueden fomentar la comprensión de la diversa red de relaciones dentro de un lugar haciendo que los alumnos estudien ese lugar como un sistema.

2. Los eco-alfabetizados son conscientes de que todos los sistemas de la naturaleza existen y están estructurados en diferentes niveles escalonados. Los organismos son miembros de los sistemas, y estos sistemas se posicionan dentro de otros que progresan del micro al macro nivel. Cada nivel es importante ya que apoya al resto para sostener la vida. Cuando los alumnos empiezan a comprender la compleja red de relaciones que sostienen un ecosistema, pueden entender mejor que para sobrevivir, y ayudar a un sistema a responder a las perturbaciones se necesitan relaciones más fuertes.

3. Las personas ecoalfabetizadas practican juntas una forma de vida que satisface las necesidades de la generación actual. Mientras tanto, ese estilo de vida apoya la capacidad esencial de la naturaleza para sostener la vida en el futuro. Han aprendido de la naturaleza que, como miembros de un ecosistema sano, no deben malgastar los recursos que necesitan para sobrevivir. También han aprendido de la naturaleza a tomar sólo lo que necesitan en el momento en que lo necesitan y a afinar su comportamiento tanto en tiempos de prosperidad como de dificultades. Esto requiere que los aprendices aprendan a pensar en perspectiva tomando decisiones sobre cómo vivir.

5.2.2. Directrices para la educación en materia de ecología

Las cinco prácticas mencionadas se basan en las habilidades de aprendizaje social y emocional. Para comprender los principios de organización de los ecosistemas, que han evolucionado a lo largo de miles de millones de años, es necesario aprender los principios básicos de la ecología: el lenguaje de la naturaleza. El marco más útil para comprender la ecología hoy en día es la teoría de los sistemas vivos, que aún está surgiendo y cuyas raíces incluyen la biología de los organismos, la psicología Gestalt, la teoría general de sistemas y la teoría de la complejidad (o dinámica no lineal).

¿Qué es un sistema vivo? Los sistemas vivos son lo que vemos cuando salimos a la naturaleza. Todas las criaturas vivas, desde las bacterias hasta los grandes mamíferos, constituyen un sistema vivo. Cada sistema vivo está compuesto por partes - las partes de los sistemas vivos son en sí mismos sistemas vivos. Bajo la definición de sistemas vivos, las comunidades de organismos, incluyendo tanto los ecosistemas como los sistemas sociales humanos como familias, escuelas y otros, son sistemas vivos.

Cómo educar en la Ecoalfabetización

Desde el punto de vista histórico, la definición y el desarrollo de la educación ambiental reflejan los cambios en el medio ambiente y los problemas asociados a estos cambios.

La Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció la importancia de la educación ambiental y, posteriormente, de la alfabetización ecológica, y en 1987 respaldó el desarrollo de programas educativos que consideran que se ajustan a las realidades económicas, ambientales y sociales locales (UNESCO, 2005).

Desde el punto de vista de estas realidades, se especificaron los siguientes objetivos la educación ambiental (Gevorgyan & Adanalian, 2009):

1. Promover el conocimiento del medio ambiente y sus condiciones;
2. Proporcionar los criterios, normas y recomendaciones necesarios para la adopción de decisiones adecuadas con respecto a la conservación del medio ambiente natural y soluciones inclusivas a las cuestiones económicas, sociales y ecológicas;
3. Establecer posibilidades para la conservación del medio ambiente a lo largo del progreso económico;
4. Intensificar la importancia de las tradiciones ecológicas y de los medios de gestión económica respetuosos con el medio ambiente a fin de fomentar la gestión medioambiental.
5. Autorizar y preparar a las generaciones actuales y futuras para que utilicen un enfoque equilibrado y cohesivo de las principales dimensiones del desarrollo sostenible (económicas, sociales, ambientales).

La educación ambiental se basa en la premisa de que tanto el entorno natural como el construido por el hombre, a nivel local y mundial, son interdependientes e incluyen interacciones entre las fuerzas biológicas, económicas, sociales y culturales (UNESCO,

1980). La sostenibilidad medioambiental depende del entorno natural y de cómo éste perdura y se mantiene diverso y productivo, así como del estado del aire, el agua y el clima.

La ecoalfabetización se centra en las diversas interacciones entre los diferentes elementos del medio ambiente y la actividad humana. Es esencial para el logro de una comunidad autosuficiente con la preservación de los recursos para las generaciones futuras. La ecoalfabetización es la parte más importante de la educación en todos los niveles. La ecoalfabetización es un elemento esencial del comportamiento pro-ambiental, ya que se define como la capacidad de distinguir e interpretar la salud de los sistemas ambientales y de implementar iniciativas apropiadas para mantener, restaurar o expandir su salud, (Disinger & Roth, 1992). Esto es cierto tanto a nivel individual como colectivo (Esposito, 2009).

Las personas con conocimientos ecológicos tienen conocimientos de los principios ecológicos, preocupaciones por un entorno natural sano y aptitudes para adoptar comportamientos responsables desde el punto de vista medioambiental. Son responsables y aprendices de por vida. Para cumplir con estas características, tratan de convertirse en investigadores, estudiantes reflexivos, personas inteligentes y autodirigidas, moralmente responsables y ecológicamente responsables (Puk, 2002). Con estas características, un individuo ecológicamente instruido comprende las realidades ambientales identificando específicamente su relación de causa y efecto y prevé el cambio a un paradigma ecológico afectando a otras personas. Este cambio a un paradigma ecológico es una parte de la transición a la sostenibilidad. Esto significa que no sólo la satisfacción de las necesidades básicas sino también la creación de una sociedad vibrante se convierte en algo muy importante (Alfabetización ecológica, 2011).

Los principios básicos de la formación de una persona con conocimientos sobre el medio ambiente son los siguientes:

- ✓ Conocimiento ambiental obligatorio y prioritario en el sistema educativo;
- ✓ Consistencia y continuidad de la educación en el campo de la ecología;
- ✓ La educación se centra en la solución de problemas prácticos de conservación y restauración del medio ambiente natural, la gestión de la naturaleza para ahorrar recursos;
- ✓ Generalidad y complejidad;
- ✓ Centrado en el desarrollo de las personas con respecto al medio ambiente, comprensión de la responsabilidad personal en su conservación, restauración y aumento;
- ✓ Publicidad del desarrollo y la aplicación de programas de educación y sensibilización ambiental;
- ✓ Continuidad de la experiencia nacional y mundial en la formación de la educación ambiental de la población;
- ✓ Cooperación interregional e internacional para la formación de una persona con educación ambiental.

La educación de los jóvenes ecológicamente alfabetizados en el entorno escolar está fuertemente influenciada por su entorno - familias ecológicamente alfabetizadas, profesores, amigos. Por lo tanto, también es necesario dar educación a las familias y a los maestros sobre la ecología (Yıldırım y Hablemitoğlu, 2013). Las principales

recomendaciones para lograr la ecoalfabetización, según lo especificado por McBride (2011), se llevan a cabo a través de diferentes canales: desde la educación tradicional hasta la comunicación científica, pasando por la motivación financiera. Estas recomendaciones se examinan en la Tabla 1:

Tabla 1. Ocho recomendaciones para lograr la ecoalfabetización

Canales		Recomendación	Condiciones para la realización
		Educación	
Formal / Tradicional	1.	Actualizar los estandares y evaluaciones ecológicas	Los estándares deberían: - Reflejar la visión actual de la ecología - Ser útil para la instrucción - Estar basado en la teoría e investigación educativa - Estar vinculado a los instrumentos de evaluación
	2.	Actualizar los planes de estudio y los materiales de enseñanza en materia de ecología	- Libros de texto y planes de estudio normalizados nuevos o complementarios basados en las normas mencionadas y equipados con evaluaciones apropiadas - Su contenido debe centrarse en las conexiones entre los alumnos y sus ecosistemas locales
Participativo / Interactivo	3.	Involucrar a los estudiantes en un verdadero compromiso científico	- La enseñanza para la ecoalfabetización debe promover el aprendizaje de la ecología haciendo ecología
	4.	Incluir opciones de aprendizaje informal	- Centros de la naturaleza - Museos - Otros entornos educativos no escolares (incluido Internet)
A través de los medios de comunicación	5.	Realizar campañas en los medios de comunicación	- Necesidad de campañas coordinadas y prolongadas en los medios electrónicos e impresos
		Comunicación	
Por científicos	6.	Ofrecer capacitación y apoyo a los ecologistas comprometidos	- Formación de ecologistas como comunicadores cualificados (tanto como maestros como colaboradores) para convertirse en promotores eficaces de la ecoalfabetización,
	7.	Reconocer y remunerar a los ecologistas por participar	- Los esfuerzos de los ecologistas por promover la ecología deben ser reconocidos y recompensados por sus contribuciones a la ciencia ecológica.
		Motivación	
Financiera	8.	Proporcionar un incentivo monetario para motivar o prevenir ciertas acciones	- Remuneración gubernamental por actividades "verdes" y/o penalización por actividades "no verdes" como instrumento para promover la ecoalfabetización

Adaptado según McBride, 2011

David Orr en su libro "Ecological Literacy" (2005) escribió: *"Nuestros esfuerzos por construir un mundo sostenible no pueden tener éxito a menos que las generaciones futuras aprendan a asociarse con los sistemas naturales para nuestro beneficio mutuo. En otras palabras, los niños deben convertirse en "alfabetizados ecológicamente'"*. Su objetivo, dice David Orr en su prólogo, *"es una transformación más profunda de la sustancia, el proceso y el alcance de la educación en todos los niveles: familiar, geográfico, ecológico y político"*.

En McBride (2011) se describe un enfoque ejemplar para la enseñanza y el aprendizaje efectivos de la ecoalfabetización, que comprende los siguientes logros::

Utiliza las investigaciones ecológicas (originales y/o adaptadas):

- ✓ Los profesores utilizan las investigaciones para ayudarle a desarrollar actividades educativas que correspondan a los requisitos educativos de un plan de estudios.
- ✓ *Ejemplos:*
  - - Un instructor, graduado en ecología del suelo, pregunta a los alumnos sobre los efectos de la sequía del suelo en el crecimiento de las plantas.
  - - Un instructor, graduado en biología de la vida silvestre educa a los alumnos sobre estrategias para evitar la depredación a través de investigaciones sobre la adaptación mediante el camuflaje y la coloración de advertencia.
  - - Un instructor, graduado en ecología vegetal, pregunta a los alumnos sobre el tipo de semillas y los mecanismos de propagación de las plantas, enseñándoles así las estrategias de adaptación de las plantas.

Aplicar la investigación ecológica:

- ✓ Los profesores determinan el marco de las diferentes actividades de investigación, como tareas prácticas, estudios de casos, estudios de observación, y los aprendices, a su vez, las diseñan y realizan.
- ✓ *Ejemplos*:
  - Un estudiante de postgrado cuyas actividades de investigación están relacionadas con la ecología de los incendios trabaja con estudiantes de las clases de biología de la escuela secundaria y colabora también con las autoridades municipales locales en el diseño y la realización de experimentos sobre los supuestos efectos negativos de un incendio en dicha área local.
  - Un estudiante de postgrado en silvicultura trabajó con las clases de la escuela primaria para hacer un seguimiento del deshoje y la floración de las especies en sus patios escolares para predecir y vigilar los procesos.

Ensayar la investigación ecológica al aire libre:

- ✓ Los becarios graduados trabajaron con profesores y estudiantes para crear estructuras físicas en los terrenos de la escuela, en colaboración con otros expertos de la universidad y la comunidad, incluidas organizaciones ambientales

sin fines de lucro, artistas, arquitectos paisajistas y carpinteros. Estos sirven como recursos continuos para la enseñanza y el aprendizaje de la ecología.

- ✓ *Ejemplos*:
  - Una escuela desarrolló un jardín de plantas autóctonas
  - Otra escuela construyó un sendero natural interpretativo

Competencia básica de un ecoalfabeto

Comprender la relación entre los seres vivos y su entorno significa entender cómo funciona la naturaleza. Estas relaciones pueden aclararse a través de las siguientes competencias básicas:

- ✓ Evaluar los impactos de las acciones y tecnologías humanas
- ✓ Aprender en la comunidad
- ✓ Explorar los conocimientos ecológicos tradicionales
- ✓ La reducción de los usos de la energía y los recursos
- ✓ Aumentar y mantener la biodiversidad
- ✓ Explorar, observar e investigar la cultura de las comunidades locales
- ✓ Explorar cómo las personas son dependientes de la naturaleza
- ✓ Centrarse en las cuestiones ambientales que son personalmente apropiadas.
- ✓ Expresar preocupación, empatía y respeto por otros seres vivos
- ✓ Cuando se aprende sobre el medio ambiente, se siguen diferentes puntos de vista
- ✓ Mentor, enseñar, inspirar a otros sobre temas ambientales
- ✓ Clasificar la importancia de un área en particular a través de múltiples visitas a la misma
- ✓ Planificar eventos para involucrar a otros para la participación activa en el medio ambiente como en eventos y acciones comunitarias que promuevan la sostenibilidad
- ✓ Explorar las interacciones dentro de la comunidad y la sociedad en general
- ✓ Trabajar en soluciones ambientales que contribuyan a la equidad, la justicia, la inclusión y el respeto de todas las personas
- ✓ Fomentar la ciencia ciudadana mediante la contribución de datos locales

La ecoalfabetización en acción

Si tienes un lugar con aprendices que fomentan un sentido de asombro por el mundo natural y animan a los niños a explorar ese mundo, en proyectos personales o institucionales. Este lugar apoyaría la sensación de alegría en la relación con el resto de la naturaleza. Además, se anima a los aprendices a tener una relación continua con los lugares naturales.

Juntos, todos los aprendices (adultos y niños) aprenderían que dependen de la naturaleza y también, que son parte activa de ella. Esto proporcionaría una base para que los niños puedan investigar, aprender y crecer como ciudadanos del planeta de por vida. La ecoalfabetización debe ser enseñada de manera que los aprendices deseen hacer preguntas y encontrar respuestas y aprender sobre su lugar en el mundo.

El concepto de sistema de formación

La formación eficaz en materia de ecoalfabetización requiere la explotación de diversas estrategias de enseñanza basadas en los principios para adecuar el nivel de desarrollo de los estudiantes y en la investigación basada en el cerebro. El objetivo de estas estrategias de enseñanza es proporcionar esos conocimientos, habilidades y actitudes que son vitales para una vida sostenible. Es una práctica aprobada que los estudiantes aprenden mejor si las estrategias de enseñanza aplicadas por los profesores unifican los ambientes interiores y exteriores, es decir, incluyen tanto estudios en clase como actividades al aire libre. Esta combinación permite a los estudiantes practicar actividades manuales, tener tiempo para la reflexión y la toma de decisiones, desarrollar proyectos interdisciplinarios, etc.

Estas estrategias de formación se aplican mediante diferentes enfoques de capacitación que se adaptan a los distintos estudiantes. Estos son los siguientes.

Enseñanza basada en el lugar

El principio de este modo de formación (inventado hace un siglo y llamado aprendizaje experimental) es involucrar a los estudiantes en sus propios entornos. Las principales ventajas de esta estrategia son que estimula la imaginación de los estudiantes y estimula la gestión medioambiental y las responsabilidades cívicas.

La característica clave del aprendizaje basado en el lugar es empezar con preguntas simples: "¿Cuál es mi lugar? ¿A dónde pertenezco? ¿Cuál es la historia de mi lugar? ¿Dónde se sitúa mi lugar dentro del resto del mundo?"

Para tener éxito, un programa basado en un lugar debe considerar a los estudiantes como participantes en la vida social de sus comunidades. Por consiguiente, este programa tiene que prever actividades como:

- ✓ Realizar formación al aire libre: llevar los alumnos a la comunidad y al entorno natural; integrar lo que han aprendido en las lecciones del aula.
- ✓ Hacer que los estudiantes hagan un mapa de la comunidad que les rodea para crear una representación visual de su lugar dentro de los sistemas más grandes a los que pertenecen, y para aprender principios ecológicos y culturales clave.
- ✓ Enfatizar las contribuciones de los estudiantes a la calidad del medio ambiente y al bienestar de la comunidad; estimularlos a resolver problemas reales sobre la base de lo que han aprendido.
- ✓ Estimular el papel activo de los estudiantes en la configuración de su propio entorno social, físico y económico, colaborando al mismo tiempo con los ciudadanos y las instituciones locales (organizaciones, organismos, autoridades gubernamentales, empresas).
- ✓ Estimular a los estudiantes a que consideren su comunidad como un ecosistema y a que comprendan las relaciones y procesos necesarios para favorecer la salud del ecosistema.

Hay muchos beneficios del aprendizaje basado en el lugar, demostrados por actividades exhaustivas de investigación. Algunos de los más prometedores están relacionados con: mejores resultados en los exámenes, mejores calificaciones, mejor comportamiento en el interior, mejores habilidades para resolver problemas, mejores habilidades de pensamiento.

Enseñanza basada en proyectos

El enfoque de aprendizaje basado en proyectos es una estrategia valiosa, ya que se basa en preguntas desafiantes cuyas respuestas exigen un pensamiento y unas habilidades complejas. El aprendizaje basado en proyectos es por regla general interdisciplinario y bastante complejo. Los proyectos pueden ser de distinta duración pero requieren que los estudiantes exploren diferentes recursos e instrumentos, entre ellos la Web, la colaboración entre ellos, la comunidad, los expertos externos, los recursos escritos, etc.

En el aprendizaje basado en proyectos, el papel del profesor es el de facilitar el aprendizaje en lugar de ser un experto en el mismo. Los principales beneficios del aprendizaje basado en proyectos se centran en

- ✓ El aumento de la capacidad de pensamiento crítico y la capacidad de resolución de problemas
- ✓ Fomentar actitudes positivas hacia los diferentes sujetos de estudio y un mejor rendimiento frente a los problemas planteados.
- ✓ Mejorar las actitudes hacia el aprendizaje y los hábitos de trabajo.

Para promover la ecología, las experiencias de aprendizaje basadas en proyectos, como la restauración de hábitats y la modelización de la evolución de la agricultura, son muy apropiadas

Investigación Socrática

Basada en la filosofía de Sócrates según la cual las preguntas, y no las respuestas, estimulan el aprendizaje, esta estrategia explota la idea de animar a los estudiantes a cuestionar sus suposiciones, valores y prejuicios. Este proceso ayuda a los estudiantes no sólo a aclarar sus ideas erróneas, sino a aclarar sus pensamientos relacionados con este asunto.

Involucrar a los estudiantes en discusiones socráticas les ayuda a entrar profundamente en el tema a tratar y a aplicar a él el pensamiento crítico, al tiempo que mejoran su capacidad de escucha, de articulación y de presentación de ideas. Las discusiones socráticas contribuyen también a desarrollar en los estudiantes el sentido de la tolerancia hacia las opiniones distintas.

En esta estrategia el papel del profesor cambia de instructor a facilitador de la discusión.

Con respecto a la ecoalfabetización, aplicando la investigación socrática los estudiantes discuten y debaten temas como el bienestar de los animales, los derechos de

los trabajadores, el derecho a saber qué hay en las plantas genéticamente modificadas, etc.

Enseñanza experimental

La enseñanza experimental considera la formación como un proceso activo. La enseñanza experimental fomenta la participación en el mundo real y define el papel del profesor como facilitador del aprendizaje de los estudiantes como receptores activos. La filosofía de esta estrategia de formación es que el proceso de aprendizaje es continuo, en el que el centro es la experiencia de los alumnos.

Los estudiantes que participan en el aprendizaje experimental siguen lo que se conoce como "el ciclo del aprendizaje", un proceso que comprende la exploración, la formación de conceptos y la aplicación de conceptos. Este ciclo se repite cada vez que los estudiantes analizan una idea.

Experiential learning is crucial for sustainability. Only through direct contact with nature students develop in-depth understanding of fundamental ecological principles.

Enseñanza Interdisciplinar

Interdisciplinary learning is focused on making relation among traditional disciplines such as math, science, history, languages. Here, the teaching and learning are dedicated to problems, which solving demands knowledge and skills from various subjects. In this way, an expanded and more complex understanding of the studied topics is realized.

La enseñanza interdisciplinar evita la adquisición de habilidades aisladas. Por el contrario, permite a los estudiantes enfrentarse a un problema desde diferentes puntos de enfoque, ya que utilizan varias fuentes de información y puntos de vista. También permite a los profesores inventar métodos de evaluación adecuados.

Los beneficios de la enseñanza interdisciplinar radican en que:

- ✓ Promueve la motivación de los estudiantes para el aprendizaje
- ✓ Estimula el compromiso activo de los estudiantes
- ✓ Ayudar a los estudiantes a reconocer el valor de lo que están aprendiendo
- ✓ Fomenta la interacción de los estudiantes entre sí, con los profesores y los miembros de la comunidad.

La enseñanza y el aprendizaje interdisciplinar es el mejor enfoque para adoptar los principios de la vida sostenible.

Resultados del aprendizaje

Los resultados del aprendizaje reflejan las habilidades cognitivas y prácticas de los alumnos. Son declaraciones que describen los conocimientos, las aptitudes, la autonomía y la responsabilidad que los alumnos deben adquirir al final de un curso de capacitación, una tarea concreta o un programa. También ayudan a los alumnos a comprender por qué vale la pena adquirir esos conocimientos, aptitudes y actitudes y cómo pueden utilizarlos para el desarrollo personal.

Los resultados del aprendizaje se centran en el contexto de los temas específicos y en las posibles aplicaciones de los conocimientos y aptitudes adquiridos. De esta manera, los Resultados del aprendizaje ayudan a los alumnos a relacionar el aprendizaje de diversos contextos con la práctica y con la valoración y evaluación de estos conocimientos.

Los resultados del aprendizaje hacen hincapié en la aplicación de los conocimientos en situaciones de la vida real, y en su integración desde el punto de vista internacional.

Basándose en los Resultados del aprendizaje como un importante descriptor de calificaciones, el objetivo general de un curso de estudio de ecoalfabetización es proporcionar a los alumnos una base sólida para la alfabetización ambiental (EQF, 2018). Esto significa capacidad para la comprensión detallada de los problemas ambientales con el propósito de permitir su análisis, síntesis, evaluación y toma de decisiones a nivel ciudadano.

Ecoalfabetización en los planes de estudio

Hoy en día, la ecoalfabetización es una plataforma central de la educación en todos los niveles. Los principios de la ecoalfabetización podrían utilizarse para repensar y reestructurar no sólo el proceso de aprendizaje sino también el contenido del aprendizaje y la forma en que se organiza. El plan de estudios para la ecoalfabetización tiene que respetar las siguientes consideraciones:

- ✓ Imponer transformaciones en la sociedad en términos de supuestos y visiones mundiales a través de la educación.
- ✓ Ayudar a los estudiantes a comprender la forma en que funcionan los ecosistemas y el papel de los seres humanos como elemento esencial para mantener su salud como parte inseparable de la de ellos.
- ✓ Estar interconectados y utilizar un enfoque holístico en el estudio del patrón básico de organización de la vida, haciendo así que los estudiantes sean proactivos y creativos sobre su futuro.
- ✓ Apoyar la responsabilidad ambiental para que se implemente y se practique en todas partes.
- ✓ Animar a los estudiantes a observar y "leer" la naturaleza para experimentar la sensación maravillosa que puede aportar el conocimiento de la naturaleza.
- ✓ Estimular a los estudiantes a desarrollar un sentido de lugar y construir conocimiento del entorno local, así como desarrollar un sentido de responsabilidad hacia los demás.
- ✓ Cultivar en los estudiantes el sentimiento de participación, la sensación de poder marcar la diferencia.
- ✓ Enseñar a los estudiantes a pensar en el futuro, a desarrollar la previsión y a pensar a largo plazo.

Resumiendo las principales características y necesidades de la ecoalfabetización como un enfoque multifacético para el establecimiento de relaciones ecológicas

sostenibles en la naturaleza y la disposición de su transferencia a la vida cotidiana, se pueden resumir los siguientes componentes interrelacionados de la ecoalfabetización (Fig. 3).

Fig. 3. Elementos relacionados con la ecoalfabetización esencial

Fuente: Nickols, 2010

5.3. La alfabetización ecológica y la transición a la sostenibilidad

5.3.1. Sostenibilidad medioambiental

La sostenibilidad proporciona la conservación, protección y regeneración de los recursos que afectan al futuro de la salud humana. La sostenibilidad significa proteger nuestro planeta y medioambiente natural, reduciendo las emisiones de carbono, usando fuentes de combustible renovables, mejorando la salud humana y ecológica, sin comprometer nuestra forma de vida.

En Ecología, sostenibilidad significa cómo los ecosistemas se mantienen diversos y productivos. Los bosques y océanos sanos son un ejemplo de ecosistemas sostenibles. En términos más generales, la sostenibilidad es la estabilidad de todos los sistemas y procesos.

El término Desarrollo Sostenible fue concebido por la Comisión de Bruntland creada por las Naciones Unidas en 1983 con el propósito de reflexionar sobre las formas de proteger el medio ambiente humano y los recursos naturales y evitar el deterioro del desarrollo económico y social (Gro Harlem Brundtland fue la ex Primera Ministra de Noruega y fue elegida debido a su sólida formación en ciencias y salud pública) (ONU, 1987). Según la Comisión Bruntland, el desarrollo sostenible se define como el desarrollo que "*satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades*".

La sostenibilidad ecológica forma parte de la relación entre los seres humanos y su entorno natural y social. También llamada ecología humana, el dominio del desarrollo sostenible se amplía con el de la salud humana. Las necesidades humanas fundamentales como la calidad del aire, el agua y los alimentos son también los fundamentos ecológicos del desarrollo sostenible. De acuerdo con el Informe Anual del IIDS, 2011, *abordar el riesgo para la salud pública a través de inversiones en servicios del ecosistema puede ser una fuerza poderosa y transformadora para el desarrollo sostenible, que, en este sentido, se extiende a todas las especies*.

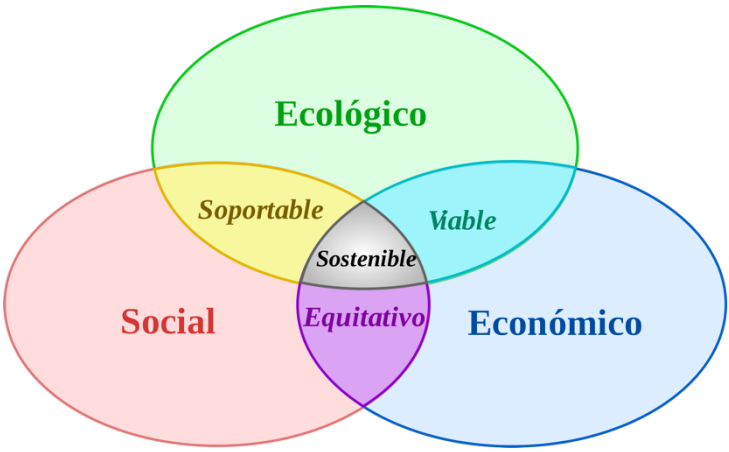
Adoptadas por los 189 Estados miembros de las Naciones Unidas, las metas de sostenibilidad se adelantaron para ayudar a lograr los siguientes estándares de desarrollo sostenible para el año 2015 (ONU, 2005):

1. Erradicar la pobreza extrema y el hambre
2. Lograr la educación primaria universal
3. Promover la igualdad de género y el empoderamiento de la mujer
4. Reducir la mortalidad infantil
5. Mejorar la salud materna
6. Combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades
7. Garantizar la sostenibilidad del medioambiente (una de las metas de este objetivo se centra en aumentar el acceso sostenible al agua potable y al saneamiento básico)

8. Fomentar una asociación mundial para el desarrollo

Las personas deben tener el conocimiento de los principios ecológicos, la preocupación por un medio ambiente natural sano y la capacidad de adoptar conductas ambientalmente responsables. En este contexto, la ecoalfabetización es la capacidad de utilizar la comprensión, el pensamiento y los hábitos ecológicos para una vida sana. En el siglo XXI, el desarrollo sostenible se considera la capacidad de la biosfera y la civilización humana para coexistir, así como las maneras de mantener un medio ambiente equilibrado de homeostasis. Para muchos científicos, la sostenibilidad incluye tres dominios o pilares interconectados: el medio ambiente, el económico y el social. Estos pilares y sus interrelaciones, según Fritjof Capra, se basan en los principios del pensamiento sistémico (Capra, 2015) (Fig.4).

Figura 4. Los tres pilares de la sostenibilidad

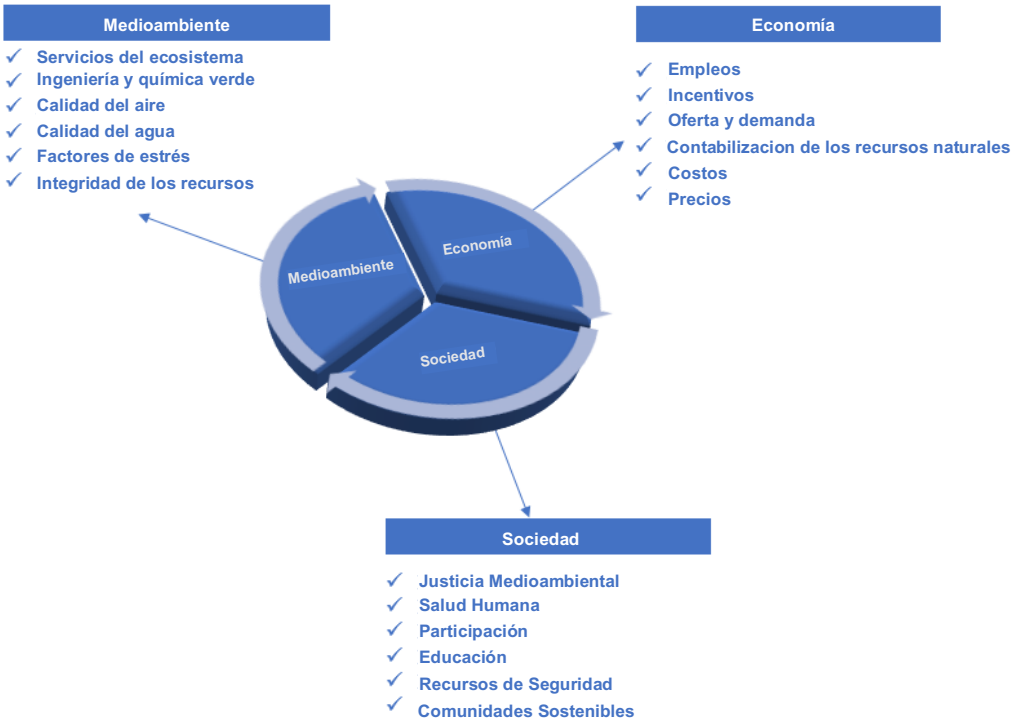


source: es.wikipedia.org

El esquema representa la relación entre los tres pilares de la sostenibilidad. En él, tanto el pilar económico como el social están controlados por límites ambientales (Scott, 2009). Algunos expertos en sostenibilidad ilustran un cuarto pilar de la sostenibilidad: las generaciones futuras, que hace hincapié en el pensamiento a largo plazo asociado a la sostenibilidad (Waite, 2013).

Los principales criterios de sostenibilidad que ofrece la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA) abarcan el medio ambiente y los aspectos económicos y sociales, y abarcan varios temas amplios para cada uno de ellos (Fig. 5).

Figura 5. Principales criterios relacionados con los tres pilares de la sostenibilidad.



Pilar: MEDIOAMBIENTE

Temática general	Actividades	Ejemplos
Servicios del ecosistema	✓ Proteger, sostener y restaurar la salud de los hábitats y ecosistemas naturales críticos	✓ Técnicas innovadoras de gestión de nutrientes (Infraestructura verde)
Ingeniería y Química Verde	✓ Diseñar productos y procesos químicos para eliminar los tóxicos, reutilizar/reciclar los productos químicos, reducir los costos totales del ciclo de vida	✓ Evaluaciones del ciclo vital en el diseño de productos
Calidad del aire	✓ Gestionar y mantener las normas de calidad del aire y reducir el riesgo de los contaminantes tóxicos del aire	✓ Investigar posibles estrategias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero
Calidad del agua	✓ Para reducir la exposición a los contaminantes en los sistemas e infraestructuras hidrológicas ✓ Para optimizar los sistemas de envejecimiento ✓ Para explorar los enfoques y tecnologías de tratamiento de última generación	✓ Tecnologías innovadoras para la reutilización y el tratamiento del agua
Factores de estrés	✓ Para reducir los efectos de los contaminantes, las emisiones de gases de efecto invernadero, los OGM en el ecosistema y las poblaciones vulnerables	✓ El destino de los OGM en el suelo
Integridad de los recursos	✓ Reducir los efectos adversos minimizando la generación de desechos ✓ Para prevenir un vertido accidental y una futura limpieza	✓ Tecnologías y procesos innovadores para prevenir el impacto ambiental

Pilar: ECONOMÍA

Temática general	Actividades	Ejemplos
Empleos	✓ Para reforzar y mantener los empleos actuales y futuros	✓ Introducción de tecnologías y prácticas innovadoras que proporcionan múltiples beneficios a la sociedad y al medio ambiente
Motivaciones	✓ Para promover la motivación humana ✓ Para fomentar las prácticas sostenibles	✓ Estrategias de colaboración para la gestión de las aguas pluviales urbanas
Oferta y demanda	✓ Promover prácticas de comercialización debidamente informadas para respaldar la salud del medio ambiente y la prosperidad social	✓ Técnicas de contabilización de los costos y beneficios del ciclo vital completo
Contabilización de los recursos naturales	✓ Mejorar la comprensión y la evaluación cuantitativa de los servicios del ecosistema en el análisis de costes y beneficios	✓ Evaluaciones de sostenibilidad
Costes	✓ Para repercutir positivamente en los costos de los procesos, servicios y productos a lo largo de todo el ciclo vital	✓ Fomento del desarrollo de procesos que no generen residuos
Precios	✓ Promover precios que reduzcan el riesgo por las nuevas tecnologías	✓ Rápido lanzamiento de innovaciones tecnológicas y enfoques comerciales

Pilar: SOCIEDAD

Temática general	Actividades	Ejemplos
Justicia medioambiental	✓ Proteger la salud de las comunidades saturadas por la contaminación, capacitándolas para mejorar su salud y el medioambiente	✓ Haber establecido asociaciones con organizaciones locales y estatales para lograr comunidades sanas y sostenibles
Salud humana	✓ Proteger, mantener y mejorar la salud humana	✓ Modelo establecido que predice la toxicología del desarrollo
Participación	✓ Emplear procesos transparentes en los que participen los principales interesados	✓ Creación de una base de datos de plaguicidas de bajo riesgo para productos de uso común; ✓ Mayor concienciación pública sobre la sostenibilidad
Educación	✓ Mejorar la educación sobre la sostenibilidad del público en general, los interesados y los grupos potencialmente afectados	✓ Proporcionó oportunidades para que los estudiantes y las comunidades aprendan sobre la sostenibilidad
Recursos de seguridad	✓ Proteger, mantener y restaurar el acceso al agua, los alimentos, la tierra y la energía para las generaciones actuales y futuras	✓ Estudio del impacto de los contaminantes en los cursos fluviales naturales
Comunidades sostenibles	✓ Fomentar el desarrollo de comunidades que promuevan una vida sostenible	✓ Paisaje con especies de plantas autóctonas ✓ Construcciones ecológicas

Adaptado desde: www2.epa.gov

Las principales características de los tres pilares del desarrollo sostenible pueden resumirse de la siguiente forma:

- ✓ **Sostenibilidad medioambiental**:
  La sostenibilidad medioambiental significa elaborar productos ecológicos, luchar contra la contaminación y el cambio climático, explorar prácticas que garanticen que los recursos naturales permanezcan intactos, de modo que los elementos del medio ambiente no se degraden. En la Fig. 6 se esbozan las definiciones de fabricación, productos y prácticas sostenibles.

Según Pettinger (2018), la sostenibilidad del medio ambiente también se ocupa de la protección y el mantenimiento de los recursos ambientales para las generaciones futuras. La sostenibilidad ambiental aborda cuestiones como:

- *Salud a largo plazo del ecosistema:* para proteger los suministros de alimentos, las reservas de tierras de cultivo.
- *Recursos renovables:* para diversificar las fuentes de energía.
- *Protección de la biodiversidad y de la estructura ecológica:* se requieren especies vegetales específicas para la producción de algunos medicamentos; esto limita futuras innovaciones tecnológicas.
- *Prevenir la alerta mundial debida a las actividades humanas:* aplicar políticas que garanticen que el medio ambiente no sea destruido.
- *Toma de decisiones intergeneracional:* tomar decisiones, considerando las consecuencias para las generaciones futuras. Por ejemplo, la quema de carbón proporciona un beneficio a corto plazo debido a que la energía es más barata; en cambio, la contaminación adicional inflige un costo a las generaciones futuras.

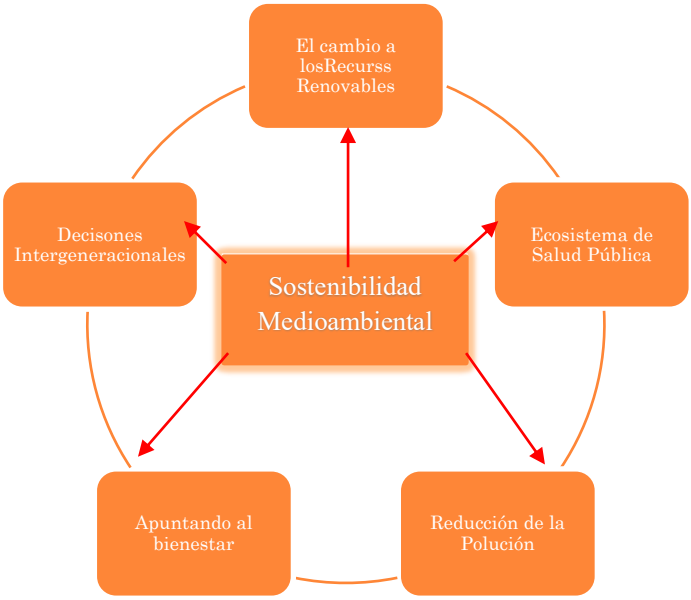
Figura 6. Prácticas sostenibles en materia de medio ambiente

Fuente: https://www.pngitem.com/pimgs/m/56-569962_environmental-sustainability-practices-hd-png-download.png

Así pues, los objetivos de sostenibilidad ambiental se centran en (Fig. 7):

- Pasar a los recursos renovables mediante la restricción del consumo de recursos no renovables;
- Proteger la salud de los ecosistemas evitando los daños irreparables de los mismos;
- Evitar el exceso de contaminación mediante el control de la polución atmosférica de la tierra
- Tomar decisiones intergeneracionales mediante la adopción de decisiones económicas sobre la base de las consecuencias futuras en la visión a largo plazo;
- Apuntar al bienestar y no sólo a los beneficios económicos mediante la aplicación de medidas económicas que valoren el bienestar social.

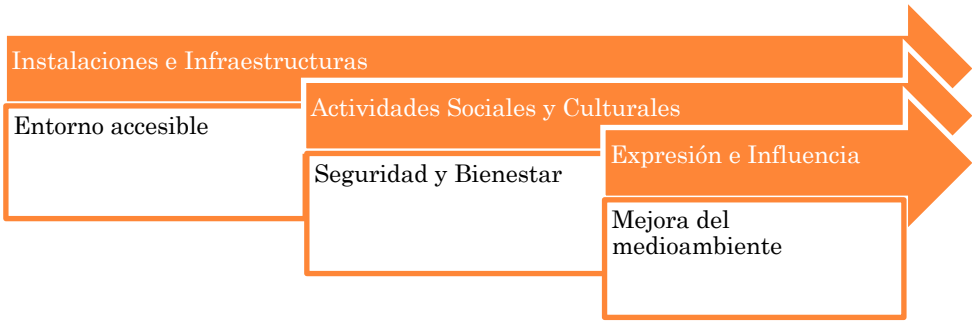
Figura 7. Objetivos de sostenibilidad ambiental



✓ **Sostenibilidad social**:
La sostenibilidad social significa la capacidad de la sociedad para trabajar en pos de objetivos comunes mediante la satisfacción de las necesidades individuales, por ejemplo, las demandas de salud y bienestar, nutrición, vivienda, educación, cultura, etc. El impacto social puede abarcar una variedad de actividades a las que hay que llegar: desde la creación de un entorno de trabajo seguro hasta el desarrollo y la aplicación de programas de concienciación ecológica.
Los objetivos de sostenibilidad social, que combinan el planeta, las personas y los beneficios comunes, se concentran en la (Fig. 8):

- Instalaciones e infraestructura: transporte accesible y trazado de vías públicas, provisión de suficiente espacio físico y comunitario, formación de lugares de carácter singular;
- Actividades sociales y culturales: instalaciones comunitarias, bienestar; sensación de seguridad;
- Expresión e influencia: confianza para influir en el entorno y mejorarlo

Figure 8. Main targets of social sustainability



Sostenibilidad económica:
La sostenibilidad económica significa que el desarrollo hacia la sostenibilidad social y ambiental es financieramente alcanzable. Por lo tanto, la sostenibilidad económica se refiere a la forma en que una economía funciona de manera sostenible, protegiendo los elementos sociales y ambientales. La sostenibilidad económica se basa en resultados económicos importantes. Por ejemplo, la reducción de las emisiones de carbono se traduce en un ahorro de costos.
La sostenibilidad económica se logra mediante un crecimiento económico inteligente, el gasto en investigación y desarrollo, el ahorro de costes, la planificación a largo plazo, que conduce a beneficios sociales y medioambientales como la fiscalidad tarifaria, la ética empresarial, el empleo, el comercio, la eficiencia energética, los créditos de carbono, etc.

Sostenible versus insostenible

La sostenibilidad requiere que las actividades humanas usen los recursos de la naturaleza a una tasa en la que puedan reponerse naturalmente. Una situación insostenible se produce cuando el capital natural (el total de los recursos de la naturaleza) se agota más rápidamente de lo que puede reponerse. Teóricamente, el resultado a largo plazo de esta situación insostenible es la incapacidad de sostener la vida humana (*Russell y Fran, 2019*). En la Tabla 2 se presentan las situaciones sostenibles frente a las insostenibles con respecto al estado del medio ambiente como resultado del consumo de recursos.

Educación para sistemas de desarrollo sostenible

Una dirección prometedora hacia el desarrollo ambiental sostenible es diseñar sistemas que sean flexibles y reversibles (*Zhang & Babovic, 2012; Fawcett et al., 2012*). La educación para el desarrollo sostenible es un sistema tan flexible y reversible que integra las cuestiones clave del desarrollo sostenible en la enseñanza y el aprendizaje. Entre las cuestiones clave del desarrollo, se puede enumerar la instrucción sobre el cambio climático, la reducción del riesgo de desastres, la biodiversidad y el consumo sostenible. Este sistema requiere métodos de enseñanza y aprendizaje participativos que motiven y empoderen a los alumnos para que cambien sus comportamientos y adopten medidas en pro del desarrollo sostenible. Por lo tanto, la educación para el desarrollo sostenible promueve competencias como el pensamiento crítico, la imaginación de escenarios futuros y la toma de decisiones colaborativa (*UNESCO, 1997; Marope, Chakroun, & Holmes, 2015*).

Tabla 2. Situaciones sostenibles/no sostenibles

Consumo de recursos naturales	Estado medioambiental	Sostenibilidad
Más que la capacidad de reposición de la naturaleza	Degradación medioambiental	Medioambientalmente insostenible
Igual a la capacidad de reposición de la naturaleza	Equilibrio medioambiental	Economía de estado estable
Menos que la capacidad de reposición de la naturaleza	Renovación medioambiental	Medioambientalmente sostenible

Fuente: https://en.wikipedia.org/

Para que el proceso de educación para el desarrollo sostenible se lleve a cabo de manera eficiente, se necesitan programas y planes de estudio ambientales adecuados, cuyo desarrollo se rige por la Declaración de Tbilisi (Declaración de Tbilisi, 1978). Se trata de un documento en el que se esbozan varios objetivos y principios que deben seguirse para la elaboración de planes y programas de estudio medioambientales. Los objetivos y principios especificados en la Declaración de Tbilisi ilustraban que la educación ambiental tenía que promover la noción de que los estudiantes debían adquirir una comprensión del mundo natural y convertirse en pensadores críticos, participantes activos para equilibrar y reconocer la forma en que las necesidades económicas y sociales influyen en las relaciones ecológicas en sus propias comunidades. También se centró en las cuestiones ambientales desde perspectivas regionales y mundiales, de modo que los estudiantes recibieran conocimientos sobre cuestiones ambientales de otras regiones del mundo, lo que a su vez serviría para fomentar la empatía, la responsabilidad y la

cooperación al abordar la recuperación y las mejoras medioambientales (Locke, Russo y Montoya, 2013).

Klien y Merritt (1994) relacionaron los objetivos y principios de la educación ambiental con las teorías de aprendizaje de los constructivistas y encontraron muchas similitudes, sugiriendo que los estudiantes y los profesores tienen que participar activamente en la creación de conocimientos sobre el medio ambiente a través de situaciones/experiencias de la vida real en lugar de aprender pasivamente hechos predeterminados. Para lograr una repercusión local, las lecciones deben debatir y resolver problemas de la vida real; las lecciones deben centrarse en el alumno y el proceso de aprendizaje debe organizarse de forma interactiva dentro de un grupo de alumnos. Además, la evaluación tiene que realizarse de manera que se mida realmente el progreso de los estudiantes (Locke et al., 2013).

Dillon y Scoullos (2003) hicieron hincapié en el hecho de que la participación de los alumnos en el proceso de aprendizaje es esencial cuando se estudia el medio ambiente y que la educación ambiental es más eficaz cuando se basa en el enfoque constructivista social pragmático. Sugieren que los programas ambientales son más eficaces cuando los estudiantes participan activamente en actividades percibidas como útiles y culturalmente aceptables.

Cada cuestión ambiental está asociada a un determinado contexto histórico y a una determinada ubicación geográfica. Esto requiere que los profesores y los estudiantes lo examinen no sólo en el contexto de las fuerzas y estilos de vida que han contribuido al problema, sino también en la geografía humana y física de la zona que lo ha configurado como un problema ambiental (Montoya & Russo, 2006). Por ello, el enfoque de las clases debe reorientarse del contenido al aprendizaje experimental, lo que permitirá a los estudiantes aprender no sólo la teoría del tema sino también lanzar conclusiones personales y grupales a través de actividades prácticas. De esta manera, tanto los profesores como los estudiantes, al centrarse en situaciones de la vida real en un entorno local (UNESCO, 2005), cumplirán los principios rectores de la educación ecológica para el desarrollo sostenible. En su documento de 2005 sobre la reorientación de la formación de docentes para abordar la sostenibilidad, la UNESCO afirmó que, aunque la educación sostenible debía basarse en las necesidades y condiciones locales, reconocía que el hecho de centrarse en la problemática de las comunidades locales a menudo tenía consecuencias mundiales (Locke y otros, 2013).

Uno de los principales pasos a seguir para resolver los problemas ambientales y crear un futuro sostenible es la comprensión de la ecoalfabetización. Roth (1991) define tres niveles de ecoalfabetización:

- ✓ El primer nivel - reconocer los conceptos ambientales básicos y proporcionar definiciones de sus significados;
- ✓ El segundo nivel - la capacidad de utilizar los conocimientos y conceptos ambientales para formular posiciones sobre cuestiones ambientales concretas;
- ✓ El tercer nivel - la capacidad de reunir y evaluar información, seleccionar alternativas y tomar medidas sobre diferentes cuestiones ambientales.

Definida de esta manera, la ecoalfabetización no sólo significa la capacidad de identificar, clasificar y nombrar diferentes aspectos del medio ambiente, sino que también

incluye la capacidad de tomar medidas y participar en el proceso de toma de decisiones de los problemas y cuestiones ambientales (Locke et al., 2013). La ecoalfabetización requiere un grado de conciencia del entorno físico. Sin embargo, ha ido más allá de la simple identificación de las especies vegetales y animales para obtener la comprensión y el conocimiento de las relaciones e interacciones ecológicas, y el impacto a largo plazo de la actividad humana en el medio ambiente (Capra, 1999; Orr, 1994; Smith-Sebasto, 1997).

Desde preescolar, los individuos deben ser educados en el desarrollo de la ecoalfabetización en cada etapa del sistema educativo. Uno de los temas más importantes que contribuyen al desarrollo de la ecoalfabetización es la educación ambiental (Watling y Zachary, 2013). Yıldırım y Hablemitoğlu (2013) se centran en explicar cómo afecta la ecoalfabetización a la creación de un entorno sostenible, y proponen el "Modelo eco-sociológico" de U. Bronfenbrenner (1986), adaptado por Stanger (2011) como modelo de educación para la ecoalfabetización en las escuelas. El debate sobre los sistemas ecológicos es importante para que los jóvenes comprendan fácilmente los efectos positivos y negativos de los cambios que se producen en cada nivel del ecosistema sobre el medio ambiente y la vida humana, y para ser ecológicamente alfabetizados haciendo las conexiones ecológicas correctas.

5.3.2. Mejorar la sostenibilidad mediante la gestión educativa

La educación ambiental tiene una importancia significativa en la creación de creencias, comprensión y comportamiento ecológico humano. La educación ambiental se dedica a mantener la sostenibilidad a través del impacto definitivo de la educación en el medio ambiente. Es importante entender la efectividad del Sistema de Gestión de Aprendizaje (SGA) para la ecoalfabetización. Aplicando el análisis, diseño, desarrollo, implementación y criterios de evaluación, el estudiante en la ecoalfabetización es evaluado con respecto a los indicadores descriptivos de los resultados del aprendizaje: conocimiento, habilidades y autonomía y responsabilidad. La observación ha demostrado que el Sistema de Gestión Educativa utilizando los criterios de Lewinshon puede mejorar la capacidad de ecoalfabetización, especialmente en la actitud de preservación del medio ambiente.

Siguiendo el marco del SGA, el concepto ecológico se adapta a los descriptores antes mencionados en un plan de lecciones, y luego se aplican los indicadores apropiados en el aprendizaje. Los resultados obtenidos indicaron que el aprendizaje mediante el uso de la ecoalfabetización puede aumentar la conciencia en la protección del medio ambiente. Además, el entorno de aprendizaje puede servir de base para un aprendizaje sostenible, mejorando así las pedagogías de aprendizaje. El aprendizaje de la ecoauditoría eleva el carácter de los programas mediante el conocimiento y las aptitudes en los entornos de aprendizaje.

Así pues, un aprendizaje basado en la educación ambiental fomenta un espíritu de conciencia ambiental mediante la preservación de la cultura.

Al abordar los daños ambientales a través de la educación para la ecoalfabetización, aumenta la percepción del cuidado del medio ambiente y se crea una oportunidad para la ecoalfabetización. Utilizando el SGA para la gestión de la educación para la ecoalfabetización se pueden obtener los siguientes resultados:

- ✓ El aprendizaje de la ecoalfabetización puede facilitar la concienciación para proteger el medio ambiente
- ✓ El aprendizaje de la ecoalfabetización mantiene la conciencia ambiental en la pedagogía de la educación continua en la vida cotidiana
- ✓ El aprendizaje de la ecoalfabetización puede ser tratado como una motivación para los entornos de aprendizaje
- ✓ El aprendizaje por medio de la ecoalfabetización propone información sobre los conocimientos de los estudiantes para responder a los problemas ambientales: se les invita a analizar el problema; después de eso, a dar respuestas, y como resultado - saben presentar. Finalmente, los estudiantes son entrenados para pensar lógicamente en respuesta a un problema.

La alfabetización ecológica en el aprendizaje incluye dos aspectos importantes:

i) el aspecto para la visión del mundo moderno;

ii) el aspecto de la integración ecológica compleja.

Su decisión da sostenibilidad a los problemas ambientales.

- ✓ Desarrollo de la ecoalfabetización para mejorar la educación ambiental. La enseñanza de la ecoalfabetización construye la educación ambiental basada en aspectos de conocimiento y habilidades;
- ✓ Aprendizaje de la ecoalfabetización mediante la promoción de la resistencia de la biodiversidad para la protección de los ecosistemas y medidas para una mayor agilidad ante los daños ambientales causados por el calentamiento de la Tierra e inclusión de esos temas en el material didáctico ecológico;
- ✓ El aprendizaje de la ecoalfabetización al fusionarse con el aprendizaje tradicional puede facilitar el entusiasmo en la protección del medio ambiente;
- ✓ El aprendizaje con la ecoalfabetización en combinación con los programas nacionales medioambientales (PNMA) aumenta los conocimientos y las preocupaciones en materia medioambiental, pero en lo que respecta a los problemas medioambientales comunes no es suficiente;
- ✓ El aprendizaje con la ecoalfabetización opera una categoría de valor medio. La evaluación de los aspectos relativos a la solución de los problemas ambientales recibe una nota alta;
- ✓ El aprendizaje que incluye cuestiones de ecoalfabetización puede facilitar la ecoalfabetización.
- ✓ El aprendizaje de la ecoalfabetización con aspectos etnográficos aumenta la conciencia en la prevención del medio ambiente mediante la promoción de la cultura;
- ✓ El aprendizaje de la ecoalfabetización con ilustraciones que presentan imágenes diferentes puede mejorar el rendimiento cognitivo de los estudiantes.

Los resultados de la utilización del Sistema de Gestión del Aprendizaje basado en criterios de Lewinshon para capacitar en ecoalfabetización a los estudiantes de las escuelas secundarias superiores en Biología son los siguientes:

- ✓ La capacidad de los estudiantes para comprender la ecología en la vida para estudiar el medio ambiente aumenta significativamente, y los estudiantes están formados para conservar el medio ambiente.
- ✓ El aprendizaje de la biología utilizando el desarrollo de un Sistema de Gestión del Aprendizaje puede mejorar el conocimiento basado en los resultados del aprendizaje y las habilidades de los estudiantes en la ecoalfabetización.
- ✓ El proceso de aprendizaje - el profesor siempre debe tratar de elegir y utilizar métodos y medios que puedan mejorar la capacidad de los estudiantes en materia de ecoalfabetización, de modo que las asignaturas de biología puedan proporcionar un significado y no se consideren meramente un aprendizaje de memoria.

5.3.3. Estrategias de desarrollo sostenible de la ecoalfabetización

Countries around the world continue to advance economically, and they put a strain on the ability of the natural environment to absorb the high level of pollutants that are created as a part of this economic growth. Therefore, it is necessary to search and find solutions so that the world economies and the public well-being are growing in paralel. In the world of economics, the amount of environmental quality must be considered as limited in supply and therefore must be treated as a scarce resource. This resource has to be protected. A common way to analyse possible outcomes of policy decisions on the scarce resource is to do a cost-benefit analysis. This type of analysis contrasts different options of resource allocation and, based on an evaluation of the expected courses of action and the consequences of these actions, elicits the optimal way to do so in the light of different policy goals (*Barbier, Markandya, & Pearce,1990).*

La Estrategia Mundial de Conservación

La Estrategia Mundial de Conservación se publicó hace casi 30 años. Desde el último decenio del siglo XX, se ha convertido en uno de los desarrollos más inspiradores que aplican un programa orientado a objetivos para el cambio político acerca de la sostenibilidad ecológica. Promueve los principios del desarrollo sostenible ante un amplio colectivo y trata las preocupaciones ambientales introducidas por las decisiones de desarrollo económico de una forma que beneficia a todo el colectivo. La Estrategia Mundial de Conservación marcó un cambio fundamental en la política del movimiento mundial de conservación. Se pasó de la prevención a la cura, en apoyo de la tendencia creciente a incluir la preservación y el mantenimiento en los objetivos de desarrollo, clave para una sociedad ecológicamente sostenible. En particular, los esfuerzos de conservación de la vida salvaje para proteger más cepas que degradan el entorno natural son motivo de preocupación (*McCormick, 1986*). Según *Smith (1995)*, hay tres objetivos principales de conservación:

1. Mantener los ciclos biogeoquímicos esenciales y los sistemas de apoyo a la vida;
2. Preservar la diversidad genética
3. Poner en marcha un uso sostenible de las especies y los ecosistemas

Por ejemplo, la agricultura sostenible comprende métodos de cultivo que son inocuos para el medio ambiente y que garantizan que la producción agrícola no ocasione daños a la naturaleza y a los seres humanos. Supone prevenir los efectos nocivos para el agua, el suelo, la biodiversidad, los recursos disponibles o procesados, así como para las personas que trabajan o viven en esas zonas y sus alrededores. Los principales elementos de la agricultura sostenible son la permacultura, la agrosilvicultura, la agricultura mixta, los cultivos múltiples y la rotación de cultivos (Falk, 2013). Comprende métodos agrícolas que no perjudican el medio ambiente y tecnologías agrícolas inteligentes que mejoran la calidad del medio ambiente. El concepto de agricultura sostenible se amplía aún más, abarcando más bien la conservación o la mejora de los recursos naturales, en lugar de los que se han agotado o contaminado *(Networld - Project, 1998)*.

Estrategia de integración de la ecoalfabetización en las iniciativas educativas

El ámbito general de esta estrategia es hacer de la ecoalfabetización un puente entre las diferentes áreas de la ciencia, el arte y las humanidades. Para su realización, se propone un enfoque conjunto para la construcción de la ecoalfabetización que combina enseñanzas en el interior (aulas) con experiencias en el exterior. Estas últimas se obtendrán mediante observaciones e interacciones en entornos naturales y urbanos, con el apoyo de entornos de aprendizaje informales. Esto significa que ambos grupos de actores - los aprendices y los tutores - necesitan tener acceso a entornos de aprendizaje fuera de los centros de formación tradicionales. Además, los educadores formales e informales necesitan conocimientos, aptitudes y capacitación para enseñar a los alumnos al aire libre e interrelacionar las experiencias interiores y exteriores adquiridas con las normas académicas. Así pues, los educadores necesitan apoyo para hacer coincidir el aprendizaje de los alumnos en el interior con la comprensión experimental del entorno.

Por estas razones, la estrategia prevé una concentración de esfuerzos para construir la ecoalfabetización en las siguientes direcciones:

- ✓ Consideración de la pleura de antecedentes, idiomas y experiencias de vida de los estudiantes;
- ✓ Suministro de experiencias de aprendizaje que sean culturalmente relevantes y presentadas a través de una instrucción culturalmente apropiada;
- ✓ Requisitos de diversidad en la fuerza laboral y sus cualidades de liderazgo;
- ✓ Suministro de contenidos temáticos y enfoques de capacitación que satisfagan las necesidades de las diversas poblaciones de estudiantes y sean relevantes para ellas;
- ✓ Establecimiento de una comunicación eficaz entre los educadores y estudiantes que proceden de distintos ámbitos.

Siguiendo el concepto principal de esta estrategia, la ecoalfabetización debe ser un sello distintivo de todos los ámbitos en los que los alumnos aprenden, y debe estar respaldada por el aprendizaje profesional de todos los educadores en estos ámbitos. La

variedad de entornos de aprendizaje abarca el espectro que va desde las aulas clásicas hasta los entornos de aprendizaje informal y las instituciones centradas en el medio ambiente dentro de las comunidades donde viven los alumnos. Este amplio conjunto de instituciones de capacitación permitirá a los alumnos estudiar el entorno real de diversas formas y, por lo tanto, lograr una mejor comprensión del medio ambiente como tema específico. Este enfoque estimula la recopilación de experiencias de todos los entornos educativos con el fin de ayudar a todos los alumnos a adquirir conocimientos medioambientales.

La integración exitosa de la alfabetización ecológica en los planes de estudio y los materiales de orientación requiere la aplicación de las siguientes medidas principales:

- ✓ Garantía de un mejor acceso de los educadores a los materiales de formación adecuados que se refieran a temas ambientales y que al mismo tiempo cumplan con las normas académicas.
- ✓ Elaboración de indicadores y criterios clave de rendimiento para ayudar a los educadores a determinar la calidad de los planes de estudio medioambientales y los materiales de orientación que aplican las normas comunes a todas las asignaturas estudiadas.
- ✓ Estimular el intercambio de información y materiales entre los representantes de la educación formal e informal.
- ✓ Incorporación de los principios ambientales en los futuros marcos de los planes de estudio para aumentar la conciencia y la comprensión de esos principios entre los educadores mediante la comunicación profesional.
- ✓ Garantía de que los encargados de elaborar los materiales de orientación produzcan materiales con un contenido centrado en el medio ambiente.
- ✓ Utilización de diferentes herramientas (evaluaciones formativas, lecciones magistrales, etc.) que apoyen la alfabetización ambiental en los fondos de recursos digitales que proporcionan información a los educadores de normas unificadas.
- ✓ Énfasis en la importancia del entorno al aire libre como recurso didáctico.
- ✓ Orientación y promoción de la enseñanza al aire libre de múltiples materias

Otro elemento importante de esta estrategia es hacer que la formación profesional sea más accesible para los educadores a través de:

- ✓ Mejor acceso a las oportunidades de formación profesional que aumentan la capacidad de los educadores formales e informales para impartir conocimientos medioambientales.
- ✓ Incorporar la ecoalfabetización en todas las fases de la formación profesional de los educadores formales.
- ✓ Proporcionar capacitación a los administradores no docentes para que puedan llevar y educar a los estudiantes al aire libre de manera efectiva.

- ✓ Colaborar con los colegios y universidades que ofrecen programas de preparación de maestros para aplicar cambios e incorporar la ecoalfabetización en las exigencias de la profesión docente, de modo que los educadores estén mejor preparados para proporcionar a sus estudiantes la ecoalfabetización.
- ✓ Aprovechar el uso de diferentes directorios de recursos, medios sociales, etc. para aumentar la conciencia de los educadores sobre los recursos de la ecoalfabetización que están a su disposición.
- ✓ Aprovechar la infraestructura de formación profesional existente para mejorar las oportunidades de formación profesional que reúnen a educadores de diversos ámbitos de aprendizaje para colaborar y compartir las lecciones aprendidas.

La integración de la ecoalfabetización en los sistemas de evaluación de los conocimientos es el paso final en su exitosa combinación con otros temas de estudio. Esto se puede lograr a través de:

- ✓ Establecimiento de resultados de aprendizaje de la ecoalfabetización: conocimiento de los procesos y sistemas ambientales; habilidades para comprender y enfrentar los problemas ambientales; actitudes positivas hacia el medio ambiente; responsabilidad individual y social, etc.
- ✓ Integrar la evaluación del aprendizaje en la ecoalfabetización con los sistemas de evaluación nacionales reconocidos oficialmente.
- ✓ Elaborar instrumentos de evaluación de la ecoalfabetización que se integren en los sistemas nacionales de evaluación. El enfoque de portafolios es una elección acertada para empezar.
- ✓ Realizar una encuesta con un módulo de preguntas entre los futuros alumnos para comprender sus actitudes, motivaciones y comportamientos ambientales.

Promoción de la asociación y la cooperación entre los principales agentes de la estrategia de educación ambiental

Para hacer realidad la visión de la alfabetización ambiental para todos los estudiantes se requiere la colaboración entre los educadores informales y los formales, que deben trabajar como asociados críticos, aportando cada uno de ellos importantes habilidades y conocimientos especializados.

La creación de asociaciones y colaboración también ayudará a los educadores a acceder a oportunidades de formación profesional y recursos didácticos de alta calidad, a compartir las mejores prácticas y a determinar las mejores formas de integrar los conceptos ambientales con las normas actuales y futuras. Un enfoque de colaboración hará que se participe mejor y facilitará el intercambio de conocimientos especializados entre estos diferentes socios para crear experiencias de alta calidad y relevantes desde el punto de vista cultural para los estudiantes en todos los ámbitos.

Para construir una colaboración y asociaciones exitosas, es necesario:

- ✓ Ampliar el trabajo colaborativo en apoyo de la ecoalfabetización;

- ✓ Fortalecer la capacidad de las organizaciones que apoyan la educación al aire libre
- ✓ Fortalecer las asociaciones con otras organizaciones clave, para apoyar la adecuación ecológica de las instalaciones educativas.
- ✓ Mejorar la eficacia de la colaboración entre las instituciones estatales que participan en el apoyo a la ecoalfabetización.
- ✓ Apoyar la colaboración interna entre el personal no docente para incorporar la ecoalfabetización en las directrices educativas, los marcos de los planes de estudio y las evaluaciones.

Movilizar la estrategia de influencia pública

La esencia de esta estrategia es dar prioridad a la alfabetización ambiental como elemento fundamental de la educación del siglo XXI. Para crear conciencia de las estrategias encaminadas a avanzar en la alfabetización ambiental se prevé:

- ✓ Difundir y promover los principios y ventajas de la ecoalfabetización;
- ✓ Comunicar la importancia de la ecoalfabetización;
- ✓ Alentar y apoyar a los comités de educación para que integren programas de alfabetización ambiental y experiencias educativas al aire libre.
- ✓ Desarrollar y emprender una campaña de concienciación para los docentes y administradores que promueva materiales de orientación sobre la ecoalfabetización.
- ✓ Comunicar a los encargados de elaborar los planes de estudios que la ecoalfabetización es una prioridad para su inclusión en los libros de texto y los materiales didácticos.

Marcos reguladores de la ecoalfabetización

Para ampliar el alcance de la ecoalfabetización de todos los alumnos y entornos de capacitación se requieren nuevos enfoques en términos de cambios en los estatutos nacionales existentes y en las políticas relacionadas con ellos que puedan complementar y apoyar los esfuerzos de promoción de la ecoalfabetización. Entre los posibles cambios se pueden enumerar los siguientes:

- ✓ La integración de la ecoalfabetización en los requisitos de graduación de la escuela secundaria y el desarrollo de resultados de aprendizaje en materia de medio ambiente;
- ✓ Garantía de que el contenido de la ecoalfabetización se incluye en la preparación de los educadores y en los recursos de apoyo;
- ✓ Exigir la aplicación de la ecoalfabetización en todos los proyectos de construcción y modernización de nuevos centros educativos.

Estrategia de financiación sostenible

Se necesita una estrategia de financiación amplia, coordinada y cohesionada que identifique las fuentes de financiación (existentes y nuevas, públicas y privadas) y coordine la recaudación de fondos para garantizar una financiación coherente para las prioridades clave. Esta estrategia de financiación incorporará las fuentes de financiación para aumentar la estabilidad de las actividades centradas para lograr la ecoalfabetización.

Las fuentes de financiación, especialmente para las experiencias de aprendizaje al aire libre, son una prioridad para que los alumnos tengan un mejor acceso a estas experiencias. La principal recomendación en este contexto son las siguientes:

- Organización y planificación de los esfuerzos de financiación
- Financiación para el fomento a escala local
- Organización de una red de financiación y asociaciones
- Desarrollar fuentes de financiación para apoyar el desarrollo de iniciativas ecológicas
- Financiación de apoyo para el desarrollo profesional de las normas científicas

En resumen, la alfabetización ambiental puede presentarse como una combinación de: educación ambiental - pensamiento ambiental - conciencia ambiental - cultura ambiental, multiplicada por las características psicológicas y pedagógicas de los estudiantes y los técnicos pedagógicos. Como se mencionó anteriormente, David Orr (1992) ha creado una teoría de la ecoalfabetización, un modo por el cual aprendemos mejor la ecología de la Tierra y vivimos de manera sostenible. Añadiendo la biofilia y la ecojusticia a la ecoalfabetización de Orr, y reconociendo el valor de la experiencia en el aprendizaje, los valores de la educación ambiental se incorporarán en la reforma educativa (Mitchell & Mueller, 2010).

REFERENCIAS

Aracıoglu, B., & Talıdil, R. (2009). Effects of environmental consciousness over consumers' purchasing behavior. Ege Akademic Review, 9 (2), 435- 461, http://eab.ege.edu.tr/pdf/9_2/C9-S2-M5.pdf, 10.12.2010.

Barbier, E.B., Markandya, A. & Pearce, D.W. (1990). Environmental sustainability and cost-benefit analysis, Environment and Planning, A. 22 (9): 1259-1266. doi:10.1068/a221259.)

Bonnett, M. (2002). Education for Sustainability as a Frame of Mind, Environmental Education Research 8(1): 9-20. DOI: 10.1080/13504620120109619

Bricker, M. (2009). Plants on the move: upper-elementary students consider seed dispersal and test how far different types of seeds travel on the wind, Science and Children, 46: 24-28.

Bronfenbrenner, U. (1986). Ecology of the family as a context for human development: Research perspectives, Developmental Psychology, 22, 723-742.

Capra, F. (1997). The web of life: a new synthesis of mind and matter. London: Flamingo.

Capra, F. (1999). Ecoliteracy: The challenge for education in the next century. Berkeley, CA: Center for Ecoliteracy.

Capra, F. (2015). The Systems View of Life A Unifying Conception of Mind, Matter, and Life", Cosmos and History, 11 (2), 242–249.

Center for Ecoliteracy. (2008). Education for sustainability competencies. Retrieved November 17, 2008, from http://www.ecoliteracy.org/education/competencies.html

Diamond, J. M. (2005). Collapse: How societies choose to fail or succeed. New York: Viking Press.

Dillon J. (2003). On learners and learning in environmental education: Missing theories, ignored communities. Environmental Education Research, 9, 215-226.

Disinger, J.F.,& Roth, C.E. (1992). Environmental Literacy, ERIC/CSMEE. http://www.ericse.org/digests/dse92-1.html

Earth Charter Initiative. (2000). The earth charter. Retrieved from http://www.earthcharterinaction.org/2000/10/the_earth_charter.html

Ecological Doctrine of the Russian Federation. (2002). https://www.ecolex.org/

Ecological Literacy. (2011). Draft Global Issues Pilot http://www.edu.gov.mb.ca/k12/cur/socstud/global_issues/ecological_literacy.pdf.

Economist (2002) The brown revolution. Science and technology

Eisner, E. W. (1998). The enlightened eye: Qualitative inquiry and the enhancement of educational practice. Upper Saddle River, NJ: Merrill.

EPA (Environmental Protection Agency), (2018). Sustainability Primer", Version 9.

Esposito,V. (2009). Promoting Ecoliteracy and Ecosystem Management for Sustainablity Through Ecological Economic Tools, Dissertation, University of Vermont.

EQF, Descriptors defining levels in the European Qualifications Framework (EQF). Retrieved from https://ec.europa.eu/ploteus/en/content/descriptors-page

Falk,B. (2013).The resilient farm and homestead: An innovative permaculture and whole systems design approach, Chelsea Green, 61-78.

FAO Report (2003). World Agriculture: Towards 2015/2030, FAO Report. Retrieved from http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/esag/docs/y4252e.pdf

FAO Report (2015). The state of food insecurity in the World. Retrieved from http://www.fao.org/3/a-i4646e.pdf

Fawcett, W., Hughes, M., Krieg, H., Albrecht, S.,& Vennström, A. (2012). Flexible strategies for long-term sustainability under uncertainty, Building Research, 40 (5): 545–557. doi:10.1080/09613218.2012.702565.

Fleenko A.V. (2013). Environmental grace: Current status and problems, Basic research, No. 6-4, 930-934(in Russian).https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=31665

Fontaine T.J., & Decker, K.,L. (2009). Exploring predation and animal coloration through outdoor activity, Science Activities, 45: 3-8.

Goleman, D., Bennett, L., & Barlow, Z. (2012). Ecoliterate: How educators are cultivating emotional, social, and ecological intelligence. New York: John Wiley & Sons.

Gonzalez-Gaudiano, E. (2005) Education for sustainable development: Configuration and meaning, Policy features in education, 3: 243-250.

Gevorgyan,S.,& Anahit, A.(2009). A Comparison Of Ecological Education And Sustainable Development Education, Addressing Global Environmental Security Through Innovative Educational Curricula, 57-61.

Goleman, D. (1998). Working with emotional intelligence, New York: Bantam Books.

Cutter-Mackenzie, A & Smith, R. (2003) Ecological literacy: The 'missing paradigm' in environmental education (part one) Environmental Education Research 9(4):497-524. DOI: 10.1080/1350462032000126131

IISD Annual Report 2011-12.Bringing human health and wellbeing back into sustainable development.

Jenifer, W.,N.,& Zachary,P.,N. (2013). Nested or Networked? Future Directions for Ecological Systems Theory, Social Development, 22(4), 722-737. DOI:10.1111/sode.12018

Jordan, R., Singer, F., Vaughan, J., & Berkowitz, A. (2008). What should every citizen know about ecology? Frontiers in Ecology and the Environment. doi:10.1890/070113

Kapogianni, M. (2015). Attitudes and intention toward organic cosmetics in Greece: an exploratory study. Master Thesis, International Hellenistic University. Retrieved from https://repository.ihu.edu.gr/xmlui/bitstream/handle/11544/331/dissertation%20maria%20kapogianni.pdf?sequence=1

Klein, E. S., & Merritt, E. (1994). Environmental education as a model for constructivist teaching. Journal of Environmental Education, 25(3). 14-21.

Krathwohl, D. (1993). Methods of educational and social science research. New York: Longman.

Locke, E., Russo, R., & Montoya, C. (2013). Environmental education and ecoliteracy as tools of education for sustainable development, Journal of Sustainability Education, Vol.4, 13. ISSN: 2151-7452.

Marope, P.T.M, Chakroun, B.,& Holmes, K.P. (2015). Unleashing the Potential: Transforming Technical and Vocational Education and Training, UNESCO. pp. 9, 23, 25–26. ISBN 978-92-3-100091-1

Marzano, R. J., & Kendall, J. S. (2007). The new taxonomy of educational objectives (Second Edition.). Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

McBride, B.,B. (2011). Essential Elements of Ecological Literacy and the Pathways to Achieve It: Perspectives of Ecologists, Graduate Student Theses, Dissertations, & Professional Papers. 380. https://scholarworks.umt.edu/etd/380

McBride, B. B., Brewer, C. A., Berkowitz, A. R. & Borrie, W. T. (2013). Environmental literacy, ecological literacy, ecoliteracy: What do we mean and how did we get here? Ecosphere, 4 (5), 67. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1890/ES13-00075.1

McCallum, I. (2005). Ecological intelligence: Rediscovering ourselves in nature. Cape Town: Africa Geographic.

McCormick, J. (1986). The Origins of the World Conservation Strategy, Environmental Review,10 (3): 177 187. JSTOR 3984544.

Mitchell,D.B.,& Mueller,M.P. (2010). A philosophical analysis of David Orr's theory of ecological literacy: biophilia, ecojustice and moral education in school learning communities, Cultural Studies of Science Education, Vol. 6, 193–221.

Mepham, B. (2000). A framework for the ethical analysis of novel foods. The Ethical Matrix. Journal of Agricultural and Environmental Ethics 12, 165–176 (2000).

Montoya, C., & Russo, R. O. (2006). Eco-Literacy: Design of an integrated tool for report., Guácimo, Costa Rica: EARTH. Environmental Education.

Networld-Project. (1998). Environmental Glossary, Green-networld.com.

Okur-Berberoglu, E. (2018). Development of an Ecoliteracy Scale Intended for Adults and Testing an Alternative Model by Structural Equation Modelling. International Electronic Journal of Environmental Education, 8:1, 15-34.

Orr, D. W. (1992). Ecological literacy: Education and the transition to a postmodern world. Albany: State University of New York Press.

Orr, D. W. (1994). Earth in mind: On education, environment and the human prospect. Washington DC: Island Press.

Orr, D. W. (2002). The nature of design: ecology, culture, and human intention. New York: Oxford University Press.

Pettinger, T. (2018). Environmental sustainability – definition and issues, Ecconomicshelp.org (blog). https://www.economicshelp.org/blog/143879/

Piotrowski, J., Mildenstein, T., Dungan, K., & Brewer. C. (2007). The radish party: success takes root in an exploration of soil organic matter, Science and Children, 45: 41-45.

Puk, T. (2002). Ecological Literacy as the first imperative. Principles for achieving ecological literacy in the next ten years: First Steps. http://flash.lakeheadu.ca/~tpuk/Version%20Principles

Robert, A., P. (1980). How to Save the World: Strategy for World Conservation, Barnes and Noble Books. ISBN 978-0-389-200116.

Roth, C. (1991). Toward shaping environmental literacy for a sustainable future. ASTM Standardization News, 19(4), 42-45.

Russell, C., J., & Fran. (2019). Biochemistry and Forestry Management, Scientific e-Resources. ISBN 978-1-83947-173-5

Scott Cato,M. (2009). Green Economics. London: Earthscan, 36–37. ISBN 978-1-84407-571-3.

Scoullos, M., Argyro, A., & Vasiliki, M. (2004). The methodological framework of the development of the educational package "water in the Mediterranean," Chemistry Education: Research and Practice, 5(2),185-206.

Smith-Sebasto, N. J. (1997). Education for ecological literacy, Environmental Education for the 21st century: International and interdisciplinary perspectives, 279-288, NY: Peter Lang.

Smith, S., L. (1995). Ecologically Sustainable Development: Integrating Economics, Ecology, and Law , Willamette Law Review, 31 (2): 261–306.

Stanger, N.R. (2011). Moving "eco" back into socio-ecological models: A proposal to reorient ecological literacy into human developmental models and school systems, Human Ecology Review, Vol.18 No. 2, 167-172.

Stevenson, R.B. (2006). Tensions and transitions in policy discourse: recontextualising a decontextualised Environmental Education/ESD debate. Environmental Education Research, 12(1), 277-290.

Tbilisi Declaration. (1978). Connect, 3(1), 1-8.

UNESCO. (1997). Educating for a sustainable future: A transdisciplinary vision for a Concerted action. EPD-97/Conf.401/CLD.1. Paris: UNESCO, pp.42. http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001106/110686eo

UNESCO. (1980). Environmental education in the light of Tbilisi Conference. Paris, France, pp.100.

http://unesdoc.unesco.org/Ulis/cgiin/ulis.pl?catno=38550 &gp=0&lin=1&ll=1

UNESCO. (2005). Guidelines and recommendations for reorienting teacher education address sustainability. Technical Paper N° 2, UNESCO Education Sector. Paris, France. pp.74. http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001433/143370e

United Nations. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development.

United Nations General Assembly. (2005). 2005 World Summit Outcome, Resolution A/60/1, adopted by the General Assembly on 15 September 2005.

Waite, M. (2013). SURF Framework for a Sustainable Economy, Journal of Sustainability Science and Management, 3(4),25-40. DOI: 10.5539/jms.v3n4p25

Whiteley, A., Woolfe, J., Kennedy, K., Oberbillig, D., & Brewer, C. (2007). Classroom markrecapture with crickets, American Biology Teacher, 69: 292-297.

Yıldırım, F.& Hablemitoğlu, Ş., (2013). Ecological Literacy for a Sustainable Future Proposal of an "Eco-Sociological Model", Rural Environmental Education Personality, Jelgava, 20-21.2013, p.46.

Zhang, S.X.,& Babovic,V. (2012). A real options approach to the design and architecture of water supply systems using innovative water technologies under uncertainty , Journal of Hydroinformatics, 14: 13–29. doi:10.2166/hydro.2011.078.

PREGUNTAS

Preguntas Verdadero /Falso

1) (V / F) La misión clave de la inteligencia ecológica es cultivar la responsabilidad y la conciencia social y ambiental, fomentar el pensamiento crítico, seguir el aprendizaje cooperativo, generar un cambio de comportamiento en la perspectiva a largo plazo.
2) (V / F) La inteligencia social se refiere a las responsabilidades sociales de las personas con respecto al medio ambiente.
3) (V / F) La necesidad de la ecoalfabetización no se basa en las nuevas tendencias de disminución de la alfabetización de los jóvenes.
4) (V / F) Las personas que saben de ecología tienen conocimiento de los principios ecológicos.
5) (V / F) La enseñanza y el aprendizaje efectivos de la ecoalfabetización exploran las investigaciones y los estudios ecológicos.
6) (V / F) Los enfoques de capacitación en ecoalfabetización que se adecuan a la diversidad de los estudiantes incluyen la enseñanza presencial, únicamente.
7) (V / F) En Ecología, la sostenibilidad significa cómo los ecosistemas excluyen las actividades humanas.
8) (V / F) La sostenibilidad ambiental significa luchar contra la contaminación y el cambio climático
9) (V / F) El ámbito humano de la estrategia de integración de la ecoalfabetización en las iniciativas educativas es: "La ecoalfabetización es un sello distintivo sólo del dominio de la ecología".
10) (V / F) Los objetivos de sostenibilidad ambiental son únicamente beneficios económicos.

Preguntas de opción múltiple

11) Los elementos básicos del concepto de modelo alternativo de ecoalfabetización se centran en:
    a) Inteligencia humana, inteligencia social, inteligencia emocional, economía y comportamiento de consumo ecológico
    b) Inteligencia ecológica, inteligencia individual, inteligencia emocional, economía y comportamiento de consumo ecológico
    c) Inteligencia ecológica, inteligencia social, inteligencia emocional, economía y comportamiento de consumo ecológico
    d) Inteligencia ecológica, inteligencia social, inteligencia emocional, inteligencia económica

12) ¿Cuál de las siguientes afirmaciones **NO ES** un elemento de la ecoalfabetización:
   a) Comprender cómo funciona la Tierra desde el punto de vista de la conciencia ecológica básica.
   b) Entender cómo los humanos están amenazando la integridad ecológica.
   c) Expresar empatía y conexión con la naturaleza.
   d) Registrar las amenazas humanas a los sistemas ecológicos de la Tierra.

13) La forma de construir la ecoalfabetización incluye **(¡marque lo incorrecto!)**:
   a) Desarrollo de la empatía por todas las formas de vida.
   b) Adoptar la sostenibilidad como una práctica comunitaria.
   c) Apoyar lo invisible.
   d) Darse cuenta de cómo la naturaleza sostiene la vida.

14) Los objetivos de la educación ambiental son **(¡marque lo incorrecto!)**:
   a) Restringir a las generaciones futuras a utilizar un enfoque equilibrado y cohesivo de las dimensiones económicas, sociales y ambientales del desarrollo sostenible.
   b) Promover el conocimiento del medioambiente y sus condiciones.
   c) Establecer posibilidades para la preservación del medioambiente a lo largo del progreso económico.
   d) Intensificar la importancia de las tradiciones ecológicas.

15) Los principales canales para lograr la ecoalfabetización incluyen:
   a) La educación informal, los medios de comunicación, la comunicación por parte de los científicos y las restricciones financieras.
   b) Educación informal, educación interactiva, comunicación por parte de los científicos y restricciones financieras
   c) Educación formal, educación interactiva, medios de comunicación masiva, comunicación por parte de los científicos y motivación financiera.
   d) Educación no formal, educación interactiva, medios masivos de comunicación, comunicación por la sociedad y motivación financiera.

16) Un entrenamiento eficiente en ecoalfabetización requiere **(¡marque lo incorrecto!)**:
   a) El aprovechamiento de las diversas estrategias de enseñanza.
   b) Sólo un aula clásica
   c) El aprovechamiento de los principios para adecuarse al nivel de desarrollo de los estudiantes.
   d) Realización de investigaciones basadas en el cerebro.

17) ¿Cuál de las siguientes afirmaciones **NO ES** correcta?
   a) Los resultados del aprendizaje reflejan las capacidades cognitivas y prácticas de los alumnos.
   b) Los Resultados del aprendizaje son declaraciones que describen los conocimientos, las aptitudes, la autonomía y la responsabilidad que los alumnos deben adquirir al final de la formación.
   c) Los Resultados del aprendizaje no son descriptores de cualificaciones
   d) Los resultados del aprendizaje se centran en el contexto de los temas específicos y en las posibles aplicaciones de los conocimientos y aptitudes adquiridos.

18) Los tres pilares de la sostenibilidad son **(¡marque lo incorrecto!)**:
   a) Economía, sociedad, medioambiente.
   b) Individuos, economía, naturaleza.
   c) Los individuos, el medioambiente, la Tierra.
   d) Economía, bienestar, salud.

19) La gestión de la educación en materia de ecoalfabetización puede dar los siguientes resultados **(¡marque lo incorrecto!)**:
   a) La Formación basada en la ecoalfabetización puede facilitar la toma de conciencia para proteger el medio ambiente.
   b) La formación usando la ecoalfabetización ofrece información acerca de los conocimientos de los estudiantes sobre los daños de la naturaleza.
   c) La Formación basada en la ecoalfabetización puede ser tratado como una motivación para los entornos de aprendizaje.
   d) La Formación basada en la ecoalfabetización mantiene la conciencia ambiental.

20) Las principales recomendaciones de la Estrategia de Financiación Sostenible incluyen:
   a) una planificación de los esfuerzos de financiación; fomento de la financiación a nivel local; organización de una red de financiación y asociaciones
   b) Restricción de los esfuerzos de financiación; fomento de la financiación a nivel local; organización de una red de financiación y de asociaciones
   c) Organización y planificación de los esfuerzos de financiación; restricción de la financiación a nivel local; organización de una red de financiación y asociaciones
   d) Organización y planificación de los esfuerzos de financiación; fomento de la financiación a nivel local; restricción de las redes y asociaciones de financiación

Respuestas correctas: ¡Véase el anexo "Respuestas"!

CAPITULO 6

Enfoque del Sistema Ecológico Social

Rainer Paslack[11]& Jürgen W. Simon[12]

" En la naturaleza, todo es interacción."

Alexander von Humboldt

Introducción

En el capítulo 4 se destacó la importancia fundamental de los servicios del ecosistema para proteger los diversos ecosistemas de la degradación y la pérdida de biodiversidad, en la medida en que constituyen una interfaz entre el hombre y la naturaleza. Con la ayuda de estos "servicios" se intenta detener los efectos antropogénicos negativos sobre la ecología del planeta o compensar los que ya se han producido. A la inversa, el "beneficio" de la humanidad derivado de la riqueza de la naturaleza debe preservarse y, dentro de ciertos límites, incluso aumentarse, sin que ello ponga en peligro la existencia de la naturaleza (y, por tanto, también de la humanidad) ni perturbe permanentemente sus funciones esenciales.

En este capítulo, se retoman estos objetivos de los SE proporcionándoles, o más bien las interrelaciones entre los seres humanos y la naturaleza, un fundamento teórico basado en las ideas fundamentales de la teoría de los sistemas generales, o más concretamente: en los supuestos básicos de la teoría de los sistemas complejos y dinámicos, que son igualmente significativos tanto para los sistemas sociales humanos como para los ecosistemas naturales. Al mismo tiempo, este capítulo también pretende introducir al lector en el "pensamiento sistémico". Después de todo, los términos teóricos del sistema no deberían ser comprensibles desde el principio para nadie que no esté ya familiarizado profesionalmente con ellos, por lo que a menudo pueden surgir malentendidos o confusión. Por lo tanto, a continuación no sólo se presentará la teoría de los "sistemas socio-ecológicos", sino que también se tratarán brevemente las particularidades que distinguen a los sistemas especialmente complejos y dinámicos de otros ("no sistémicos"), como las cosas sencillas (piedras, herramientas, etc.). En conexión con esto, también debería quedar claro con qué problemas epistemológicos y metodológicos

[11]El Dr. Rainer Paslack es un sociólogo, filósofo y doctor en biología humana, que actualmente trabaja como asistente de investigación en el Instituto SOKO de Investigación Social y Comunicación en Bielefeld.

[12] El Prof. Dr. Jürgen W. Simon fue Profesor de Biotecnología y Derecho Ambiental en la Universidad de Lüneburg (Alemania) hasta su jubilación y actualmente enseña en la Universidad de Hanoi (Vietnam).

específicos tiene que luchar cada teoría de sistemas, que se compromete a determinar y modelar coherentemente los componentes individuales de un sistema (o incluso varios sistemas acoplados entre sí) y sus interacciones.

Esto se debe a que la teoría de sistemas no sólo modela y analiza la dinámica de los sistemas individuales (aislados) en interacción con su entorno, sino también la compleja interacción de varios sistemas que son interdependientes con el entorno de cada uno de ellos, examinando los efectos internos de cada uno de los sistemas con respecto al otro: al hacerlo, la teoría de sistemas considera las interrelaciones entre los diversos sistemas como si se tratara de las interacciones entre los componentes de un único "supersistema", pero sin ignorar las características respectivas de los dos "componentes" (los subsistemas).

En el marco de este enfoque transsistémico o intersistémico, en los últimos decenios ha surgido la "teoría de los sistemas socio-ecológicos", decisiva para nuestro contexto, en la que se interrelacionan los sistemas humanos (sociedades) y los ecosistemas (naturaleza). El enfoque del "sistema socio-ecológico" (SSE) es un "enfoque integrador", que, por así decirlo, investiga y modela la interconexión causal de sistemas de diferentes tipos.

Un SSE puede entenderse a grosso modo de la siguiente manera: Un "sistema socio-ecológico" es un sistema "que incluye subsistemas sociales (humanos) y ecológicos (biofísicos) en interacciones mutuas" (Harrington et al. 2010: 2773). En tal "sistema adaptativo", los factores geofísicos y bióticos por un lado y los factores sociales y culturales por el otro interactúan de tal manera que el SSE en su conjunto es capaz de existir de manera resistente y sostenible: Todo aquí forma parte de un "ciclo eterno" en el que, al menos en términos de material, nada se pierde en principio, porque la materia liberada se devuelve inmediatamente al ciclo. La dinámica de este sistema está impulsada por la energía del sol y del interior de la tierra (aunque primero tenga que ser liberada de los depósitos fósiles). Y todo aquí es una interacción: tanto dentro de la ecosfera y la esfera humana, como entre estas dos esferas: el hombre influye en la naturaleza y la naturaleza influye en el hombre, de modo que el hombre sólo parece ser capaz de controlar la naturaleza, pero en realidad sólo está siempre en un intercambio con la naturaleza. No hay escapatoria de la naturaleza, pero también la naturaleza no permanece intacta por las actividades humanas - si se quiere comparar el hombre y la naturaleza en su totalidad, porque esta distinción sólo se debe a una perspectiva que clasifica y evalúa todo lo no humano desde el punto de vista del hombre ("antropocentrismo"). Ahora bien, aunque la ciencia tampoco es "neutral en cuanto a valores", en la medida en que siempre es llevada e impulsada por intereses humanos, la ciencia se inclina al menos por una visión objetiva (una "visión de la nada"), por la que supera la unilateralidad de una visión meramente subjetiva en tanto que la evalúa críticamente y trata de evitarla. Sólo por esta razón, necesitamos la ciencia si queremos comprender las interacciones entre las esferas ecológica y humana de la manera más imparcial posible. Así pues, son los enfoques de investigación de las diversas teorías de los SSE (y los estudios empíricos basados en ellas) los que nos acercan a una comprensión de las interrelaciones socio-ecológicas de una forma adecuada con respecto a la complejidad de estas interrelaciones.

Sin embargo, a continuación no se pretende trazar la historia del enfoque de la SSE en todas sus numerosas variantes, sino más bien presentar las ideas teóricas y las

conclusiones relevantes para la práctica que son indispensables para fortalecer la "conciencia pública" con respecto a la conservación sostenible o la renovación de los recursos naturales y las condiciones de vida. Este capítulo se divide en dos grandes secciones: "Marco Teórico" (6.1.) e "Indicadores Sistemáticos" (6.2.).

Subcapítulo 6.1. (autor: Rainer Paslack) persigue los siguientes objetivos o cuestiones:

- ¿Cuáles son las razones por las que debemos considerar el mundo como un sistema socio-ecológico completo?
- ¿Cuáles son las características más importantes de los sistemas dinámicos complejos en la sociedad y la naturaleza?
- ¿Qué logra la teoría de los "sistemas socio-ecológicos"?

Subcapítulo 6.2. (autor: Jürgen Simon) está dedicado a los siguientes objetivos o cuestiones:

- ¿Qué indicadores ("herramientas clave") utiliza la investigación del SSE?
- ¿De qué manera pueden estos indicadores apoyar la supervisión de los Sistemas Socio-Ecológicos (SSE)?

6.1. Marco teórico

6.1.1. La problemática relación entre el hombre y los ecosistemas

Todos vivimos en un mundo extremadamente complejo y dinámico. Ya nadie puede comprender la multitud y variedad de componentes y su compleja interacción, que juntos producen lo que llamamos "nuestra realidad". En el curso de la moderna globalización del mundo en la economía, la política y la cultura, la tierra ha sido cubierta por una enorme e incontrolable red de conexiones de tráfico, en la que innumerables personas y bienes, así como datos, son transportados día y noche. Y aunque existen numerosos acuerdos internacionales que intentan ordenar y regular esta "jungla", este proceso es en general bastante "salvaje", ya que en los sistemas económicos mayoritariamente neoliberales, especialmente en el mundo occidental, las empresas multinacionales actúan principalmente según criterios de eficiencia empresarial y de rentabilidad y aprovechan todas las oportunidades que se les presentan para desarrollar más productos rentables y abrir nuevos mercados siempre que esto sea posible y parezca oportuno.

En particular, la agricultura, que debe alimentar a una población cada vez mayor o satisfacer las crecientes demandas de prosperidad, se está expandiendo cada vez más en todas las zonas de tierra aptas para su uso. Ni la "mano invisible" del mercado, que en realidad no existe, ni la comunidad de Estados están aparentemente en condiciones de intervenir aquí con capacidad reguladora y contrarrestar la proliferación general. Así pues, la globalización económica de la Tierra se está llevando a cabo en gran medida a ciegas, es decir, en forma de un proceso de autoorganización en el que intervienen innumerables agentes con sus intereses, a menudo contrapuestos. Por supuesto, cada empresa y cada Estado persigue sus propios objetivos con cuidado, es decir, de manera sistemática, racional y planificada; también existe un marco jurídico que debe respetarse

al menos en todas partes (es cierto que también existen "paraísos fiscales" que conceden a las entidades económicas una gran libertad). Sin embargo, visto en su conjunto, las numerosas iniciativas de los innumerables actores compiten de manera confusa; y no es raro que las interdependencias económicas mundiales en particular sean tan opacas que se pongan en marcha movimientos, especialmente en los mercados financieros, que escapan a todo control y pueden conducir fácilmente a situaciones caóticas. El turismo internacional, por ejemplo, que también está organizado industrialmente, también contribuye a este proceso mundial. Por lo tanto, no sólo los Estados y las empresas, sino también todos y cada uno de nosotros estamos involucrados en la globalización en curso y sus "efectos secundarios" en la sociedad y la naturaleza, que son incalculables al detalle. Forma parte de la naturaleza de los sistemas complejos, en los que muchas cosas diferentes suceden siempre al mismo tiempo y pueden producirse discrepancias, incompatibilidades, pero también vinculaciones (alianzas temporales) y solapamientos, por lo que en última instancia se producen acontecimientos peligrosos o tendencias no deseadas, que a veces se observan sólo a posteriori y son aún más difíciles de controlar.

Este proceso también va acompañado de una creciente **tecnificación** de todas las áreas de la vida e incluso de los últimos rincones de nuestro planeta, que no se detiene ni siquiera en las más remotas "reservas" de la naturaleza: El hambre desenfrenada de la civilización humana por más y mejores bienes de consumo, así como por una infraestructura cada vez más conectada y eficiente, por carreteras y canales, por complejos industriales y residenciales, por nuevas fuentes de energía y materias primas, no sólo conduce a una creciente explotación de la naturaleza, sino también a una creciente demanda de energía y materias primas ("acaparamiento de tierras") y al aprovechamiento de nuevos recursos hídricos y materias primas, pero también a interacciones más estrechas e intensas entre el hombre y la naturaleza. Las consecuencias negativas de este desarrollo son bien conocidas: el agotamiento del suelo y la contaminación del agua, la pérdida de especies y el cambio climático son sólo las mayores ítems en el lado negativo del balance dentro de las relaciones hombre-medio ambiente. Mientras tanto, tanto los "límites del crecimiento" como los costos ambientales son cada vez más visibles. En particular, el aumento de los costos ambientales podría poner pronto fin a nuestro deseo de mayor prosperidad y riqueza económica e incluso poner de rodillas a economías enteras. Por esta razón, existe una creciente voluntad de cambiar nuestro comportamiento con respecto a la naturaleza y, en particular, de "reorientar" nuestra economía mediante, por ejemplo, el uso tecnológico de energías renovables (energía solar, eólica e hidráulica), la reincorporación de las materias primas usadas al ciclo económico ("reciclaje") o la sustitución o el ahorro de materias primas naturales por materiales artificiales. La reducción de las emisiones contaminantes (como el CO2, el metano y los micro aerosoles), que son francamente "asesinos del clima" y que también pueden tener un grave impacto en la salud, desempeña un papel especialmente importante en este contexto. Además, en muchos lugares la naturaleza se está convirtiendo en zonas de refugio y "recreo" (por ejemplo, en los bosques de las llanuras aluviales y las zonas de selva tropical, en los páramos y otros biotopos húmedos), la agricultura y la silvicultura se están convirtiendo en "cultivos ecológicos" y la extracción y el uso de los recursos naturales, cada vez más escasos, se están sometiendo a una estricta gestión del consumo y la sostenibilidad. No obstante, hasta el momento se ha comenzado a trabajar en este ámbito, en el mejor de los casos, y el plazo hasta un posible colapso ambiental y climático es cada

vez más corto (sobre todo porque nadie sabe dónde se encuentran los "puntos de inflexión" en el que el clima se inclinará irreversiblemente hacia un nuevo "régimen").

Especialmente importante en todo este proceso es la **gestión medioambiental**. Por supuesto, los sistemas socioculturales del pasado nunca han estado desconectados de los sistemas ecológicos de la naturaleza, por lo que en el pasado se han producido ocasionalmente "crisis ambientales" provocadas por el hombre: Por ejemplo, la deforestación para la construcción de casas, barcos y minas o para la leña necesaria para la calefacción y la calefacción de grandes asentamientos o para el funcionamiento de hornos de fundición; el pastoreo extensivo e intensivo de praderas y sabanas, la caza excesiva de animales de caza o la explotación excesiva de los caladeros, el desvío de los arroyos para el funcionamiento de molinos de agua o la contaminación de las aguas por curtidurías y tintorerías o para la producción de papel ya han causado graves daños ambientales o contaminación relativamente temprano en la historia de la humanidad. Por esta razón, las primeras medidas provisionales, por ejemplo, para la protección del agua, el suelo y los bosques, se remontan a los sumerios y los antiguos egipcios, así como a la antigua India y China e incluso a las culturas precolombinas de la antigua América.

Pero los problemas ambientales que tuvieron que superarse en esa época, resultado de una precaria interacción entre las demandas humanas de uso y la limitada capacidad de autoregeneración de la naturaleza, no eran nada comparados con los problemas a los que nos enfrentamos hoy en día, ya que está claramente en juego la existencia del hombre (y con él numerosas especies de plantas y animales). Ahora bien, una ordenación del medio ambiente que tenga en cuenta todos los factores significativos se está convirtiendo en algo indispensable, incluso esencial para la supervivencia. ¡Pero esto es más fácil de reclamar que de poner en práctica! Como ya mencionamos anteriormente con respecto a la globalización económica y a una tecnificación generalmente no regulada de todos los ámbitos de la vida, ni siquiera tenemos control sobre nuestros propios sistemas socioeconómicos en los que interactuamos, nos comunicamos, producimos y comerciamos entre nosotros. Porque no sólo los movimientos en los mercados de bienes, servicios y finanzas se han vuelto cada vez más inescrutables debido a sus estructuras opacas y a las interdependencias globales, sino que las condiciones políticas e interculturales son también tan confusas, a veces inestables y polarizadas, que también aquí tenemos motivos de preocupación. Por lo tanto, para la mayoría, una naturaleza intacta parece ser la contrapartida (utópica) de las condiciones confusas y precarias de la "sociedad mundial" de los Estados y los movimientos y grupos sociales y religiosos-fundamentales que compiten entre sí. Pero esto es engañoso: porque también en la naturaleza todo está en un constante estado de cambio, y en la historia de la Tierra ya se han producido repetidos casos de enormes "desastres naturales" (como las "grandes extinciones" de muchas especies). Y en general, la biodiversidad y las condiciones climáticas que podemos observar hoy en día en la Tierra son el resultado de una evolución natural que se ha prolongado durante miles de millones de años. E incluso dentro de un solo biotopo, no sólo existe una armonía pura y una cooperación pacífica (en el sentido de sociabilidad o simbiosis), sino sobre todo una lucha total por la supervivencia de los escasos recursos alimenticios, lo que lleva repetidamente a situaciones de inestabilidad y a la resiliencia (resistencia) del biotopo hasta sus límites: Nuevas mutaciones favorables dan a una especie una ventaja de supervivencia sobre otra, o la invasión de especies exóticas libera fuerzas de selección insospechadas que pueden llevar al desplazamiento o

incluso a la extinción de especies endémicas. Pero es cierto: a veces los biotopos o los ecosistemas especiales permanecen relativamente estables durante un largo período de tiempo al conseguir amortiguar repetidamente cualquier fluctuación que pueda producirse (por ejemplo, las fluctuaciones en la composición o la dinámica interna del sistema).

Y un dominio comparable de las fluctuaciones peligrosas es, por supuesto, también buscado en los sistemas sociales humanos: sobre todo a través de la formación de sistemas de valores y leyes y el establecimiento de instituciones ejecutivas (como la administración o la policía), tanto para establecer como para controlar y mantener "la ley y el orden". Los procesos cooperativos, administrativos y de reparto del trabajo desempeñan aquí un papel decisivo, al igual que las asignaciones claras de funciones sociales con derechos y deberes específicos, así como las relaciones de poder político. Y para que todo esto funcione, los ciudadanos deben tener confianza en la legitimidad y la no corrupción de la gobernanza; pero también en la justicia de la legislación y la idoneidad de la aplicación de la ley. Mientras la mayoría de la población tenga esta confianza básica en las instituciones del Estado, el sistema social podrá funcionar sin problemas en su mayor parte y perdurará (de lo contrario, existe el riesgo de que se produzcan sublevaciones o incluso levantamientos).

En la naturaleza esto es bastante diferente: Porque, aparte de ciertas relaciones de convivencia "amistosas" dentro de las sociedades animales (por ejemplo, en el caso de los grandes simios) o la rigurosa división del trabajo dentro de las colonias de abejas u hormigas, en la naturaleza predomina la "superioridad física", de modo que la violencia y la "inteligencia natural" marcan la pauta en este caso. En resumen: en este caso la "ley de comer y ser comido" determina el proceso biológico. Y sólo dentro de los grupos de animales a partir de una determinada etapa de desarrollo (como en el caso de los mamíferos y las aves) se observa un comportamiento cooperativo, cuidado e incluso de ayuda, ya que aquí los individuos dependen unos de otros para su supervivencia y bienestar. Así pues, ya se ha alcanzado una etapa preliminar en la que el "aprendizaje social" en grado rudimentario ya es posible. Este desarrollo finalmente toma su forma más pronunciada en los humanos. Porque en los sistemas sociales humanos la tendencia a la violencia (agresividad) suele "canalizarse" a través de la aceptación de reglas morales de juego (valores y normas) y a través de formas de comportamiento ritualizadas y, por tanto, se mantiene dentro de los límites. Idealmente, esta organización pacífica de todas las cuestiones humanas puede abarcar a toda la humanidad, pero aún estamos lejos de ello, como demuestran los conflictos armados en varias regiones del mundo. Por lo tanto, una de las tareas más grandes y difíciles de toda comunidad humana y sociedad es la de mantener el potencial de violencia intrínseco de cada ser humano, que forma parte de la herencia de la evolución biológica, lo más bajo posible, por ejemplo mediante la educación y la amenaza de sanciones legales, o redirigirlo a áreas de comportamiento inofensivas (como el deporte, pero también la competencia regulada por el Estado para obtener ventajas en el mercado, oportunidades profesionales, etc.). No obstante, como esto sólo es posible dentro de una sociedad, normalmente ésta mantiene un ejército que la puede defender de los enemigos externos en caso de emergencia.

¿Pero por qué todas estas largas observaciones sobre la estructura y el funcionamiento de los sistemas *sociales*, cuando este artículo trata de los sistemas socio-*ecológicos*? La razón es que este tipo de modelación de sistemas no sólo es sobre ecología, sino también sobre sociología y otras ciencias sociales y culturales - ¡sí, debe serlo! Es importante que señalemos las diferencias características de la naturaleza de los

ecosistemas naturales y los sistemas humanos culturales. En las teorías de los SSE se suele presuponer el conocimiento de estas diferencias, con la consecuencia de que la interacción de estos diferentes tipos de sistemas sólo se comprende de forma incompleta y a menudo incluso provoca malentendidos. Sin embargo, la calidad y la fuerza del "pensamiento sistémico" también puede verse en la medida en que se han hecho evidentes las características especiales de los diferentes tipos de sistemas. Porque sólo así se pueden comprender adecuadamente las relaciones intersistémicas. Los prerrequisitos epistemológicos para la descripción y comprensión de los sistemas sociales humanos son en parte muy diferentes de los del análisis de los ecosistemas, y en algunos aspectos incluso opuestos a ellos. Por lo tanto, una teoría *completa* de los SSE debe tratar de hacer justicia a ambos tipos de sistemas. Sin embargo, como mínimo, es ventajoso ser consciente de los diferentes modos de funcionamiento de ambos tipos de sistemas. Si no se hace así, se pueden producir fácilmente ciertos juicios erróneos de los que ni siquiera la ciencia se libra: Un ejemplo famoso es la llamada "falacia naturalista", que se basa en el hecho de que se deriva de la observación de que en la naturaleza siempre sobrevive, obviamente, el más fuerte, la idea de que existe o debería existir también en la sociedad humana un "derecho del más fuerte" (lo que conduce a las conocidas ideologías "darwinistas sociales"). Generalmente se aplica: Tanto la posición firme de lucha contra la "naturaleza peligrosa" como el intento de elevar la supuesta "naturaleza armoniosa" al modelo de comportamiento humano, así como la idea de que la naturaleza es sólo una "reserva" de materiales y energías económicamente utilizables de la que se puede hacer uso como se quiera, son sólo expresiones de una actitud carente de conciencia que no tiene capacidad de distinción. En particular, las opiniones siempre han estado divididas sobre la cuestión de si podemos aprender de la naturaleza y, en caso afirmativo, qué podemos aprender de ella. Por mencionar sólo dos de las preguntas más frecuentes: ¿existe una "ley natural" universal? ¿Existen "alimentos naturales" para que se rechacen los alimentos genéticamente modificados? Una respuesta adecuada también puede encontrarse en una teoría de sistemas que sea apropiada para los diferentes grupos de alimentos.

Preguntémonos, por ejemplo, si las leyes que prevalecen en la naturaleza (como las de "selección natural") pueden servir de modelo para la organización de comunidades humanas, adoptándolas para estabilizar la dinámica social y para contener la mencionada "tendencia a la agresión", que es aparentemente innata en los seres humanos. Preguntémonos, entonces, si los regímenes de estados autoritarios son más capaces de contener la predisposición a la violencia de sus ciudadanos controlándolos con medidas policiales y de inteligencia en comparación con las comunidades democráticas que, en la "supresión" legal de la violencia entre personas y política, dependen del libre consentimiento de sus ciudadanos para ser legítimas. ¿Y son por lo tanto esos estados dictatoriales más estables que las democracias? Respuesta:Desde el punto de vista de la teoría de los sistemas, esta pregunta no puede responderse afirmativamente, ya que los regímenes autoritarios siempre conducen a la movilización de la resistencia interna después de cierto período de tiempo y luego a insurrecciones; incluso en el caso de desastres naturales (como terremotos e inundaciones) a menudo reaccionan de manera más intensa; y, por último, las emergencias económicas basadas en sistemas de planificación económica centralizada pueden ser bastante difíciles de afrontar, ya que la acción individual suele tener muy poco margen de maniobra (al menos esto es aplicable a las formas extremas de reglas de represión internas). Por lo tanto, las "sociedades

libres", en las que se concede gran importancia a las libertades democráticas y civiles del individuo, no pueden considerarse necesariamente más inestables o más propensas a las crisis que los Estados autoritarios o las comunidades comunistas. Las sociedades liberales se caracterizan generalmente por un alto grado de innovación (inventiva) y una no desdeñable capacidad de adaptación (flexibilidad) en tiempos de crisis.

Si observamos ahora las sociedades civiles modernas tipo Estado democrático-legal, es sorprendente que se compongan de una "mezcla" de procesos auto-organizados (informales) por un lado y de procesos regulados políticamente-legalmente (es decir, desde la perspectiva del individuo, "organizados externamente") por el otro. Naturalmente, esto se debe al hecho de que los seres humanos pueden tomar una "distancia reflexiva" respecto de sí mismos, es decir, pueden reflexionar sobre sus acciones y su voluntad y asumir responsabilidades o rendir cuentas ante otras personas. Por otra parte, no encontramos tal "mezcla" o superposición de sistemas ecológicos en la naturaleza (siempre y cuando no intervengamos en ellos desde el exterior): los ecosistemas naturales están más bien sistemáticamente autoorganizados, ya que aquí no hay "instancias de control" que contrarresten los procesos naturales "ciegos": es decir, no hay una planificación o evaluación cooperativa de las medidas aplicadas para corregir sus resultados o para optimizar los instrumentos y métodos de acción. Sólo el ser humano parece ser capaz de evaluar las consecuencias de sus acciones y de aprender de ellas de manera sostenible (incluso de prever esas consecuencias dentro de unos límites), de estimular y promover nuevos desarrollos tecnológicos y de reorganizar una y otra vez las formas de su acción colectiva, si ello parece necesario o útil. Nada de esto es posible en la naturaleza.[13] Sin embargo, veremos más adelante que también existen ciertos

[13] Una zona de tierra cultivable no se desarrolla por sí misma, sino que es el resultado de una recuperación planificada de la naturaleza, porque primero hay que arrancarla de ella. Por supuesto, muchos (quizás incluso todos) los seres vivos también estructuran su entorno según sus "intereses" y hábitos (piense, por ejemplo, en los castillos de castores o en los termiteros, que pueden cambiar mucho y dar forma al paisaje existente; o en los arrecifes de coral y las colonias de aves guaneras), pero por debajo del nivel de los primates, todas estas actividades tienen lugar sobre la base de un programa de instinto innato, porque las criaturas no humanas no pueden elegir una alternativa para su comportamiento. Por eso se tiende a distinguir, con razón, entre el comportamiento meramente instintivo o reactivo reflejo y la acción humana: porque sólo la acción es intencional y con propósito, y normalmente hay alternativas de acción entre las que se hace una "libre elección". Obviamente, sólo el hombre es capaz de actuar de forma totalmente intencionada y razonada, estableciendo prioridades y haciendo planes con la ayuda de su imaginación. Esta es la fuente de la especial responsabilidad del hombre por sus acciones y omisiones: Sólo el hombre puede exigir la justificación de sus acciones. Es cierto que los animales más "inteligentes" pueden ocasionalmente "engañar" a sus congéneres, aparentemente engañándolos deliberadamente, por ejemplo, sobre la ubicación de una presa oculta, pero no los haríamos responsables ni les asignaríamos la culpa por ello. Sólo de los humanos se podría esperar una "mala conciencia" aquí, si han violado una norma moral o legal existente. Algunas personas podrían responder que su perro sabe muy bien cuando ha hecho algo "malo". Sin embargo, es más probable que el perro sólo se dé cuenta de que su dueño está enojado con él y por lo tanto debe temer su ira. - Pero el hecho de que el hombre solo sea un ser " moral ", es decir, un ser responsable, no significa que no se deba conceder a los demás seres vivos ningún " valor ético ": que un zorro, por ejemplo, no pueda ser culpable de " robo de gallinas " no justifica que el hombre pueda tratarlo como si fuera una " cosa ", ya que el zorro es un ser sensible capaz de sufrir, por lo que aquí hay una prohibición de infligir sufrimiento al hombre. Puede incluso proteger sus gallinas contra el zorro, pero sin causar un sufrimiento evitable al

"márgenes" y "grados de libertad" en los ecosistemas naturales que contribuyen a la resistencia y estabilidad del sistema; sólo que esto no tiene nada que ver con las "decisiones libres".

Y la capacidad de los seres humanos para aprender de los fracasos (mala planificación) también es absolutamente necesaria, porque en contextos sociales complejos (por ejemplo, en el caso de una reforma integral del sistema tributario o sanitario o un intento de reorientar los procesos económicos) a menudo no es posible, o sólo de manera limitada, prever los posibles efectos de la acción innovadora. E incluso la evaluación de las consecuencias a largo plazo de las acciones habituales puede ser extremadamente difícil, como lo demuestra de manera impactante el ejemplo de la continua "sobreexplotación" de los recursos naturales, donde en las primeras fases de la industrialización la humanidad asumió de manera bastante "ingenua" que las reservas de materias primas y energía del planeta eran inagotables. Ahora esta actitud ha cambiado sustancialmente. Sin embargo, algunos políticos y expertos economistas todavía se comportan como si creyeran que pueden hacer un trato con la naturaleza - como están acostumbrados a hacer en la escena diplomática internacional. Pero no se pueden hacer "ofertas" a la naturaleza, por ejemplo, para ganar tiempo antes de que se alcance un importante "punto de inflexión", después del cual el cambio climático y todas sus consecuencias asociadas (como la extinción de especies, el aumento del nivel del mar, la expansión de las zonas desérticas) seguirán su curso inevitable.[14] Ese es precisamente el problema: la naturaleza simplemente siempre sigue sus propias leyes inmutables y no está abierta a discusión. Cualesquiera que sean los efectos acumulativos o sistémicos de retroalimentación que se produzcan aquí (por ejemplo, en el caso de la progresiva acidificación de los océanos o la creciente liberación de metano de los suelos de permafrost de Siberia debido a una "retroalimentación positiva" entre el aumento de las temperaturas y las emisiones de metano), simplemente *ocurre* porque las leyes de la naturaleza *requieren* que ocurra de esa manera (no sólo *puede*, sino que podría haber una especie de "espacio de negociación"). Así pues, mientras que la "legislación positiva" en

---

animal. Pero sobre todo, a un depredador se le debe conceder un derecho incondicional a la vida, ya que esto también tiene un "valor vital intrínseco" moralmente relevante. La protección de los animales no sólo sirve para la preservación de la especie, sino que también insiste en el bienestar de cada individuo de cada especie animal sensible. Por lo tanto, la preservación de la biodiversidad en este planeta no sólo debe hacerse por interés propio, sino también por respeto ético a todos los seres vivos. A este respecto, la conservación de la naturaleza es también un "deber ético". (El lector encontrará explicaciones más detalladas en Paslack 2012, pág. 65 y sig.).

[14] Por lo tanto, los políticos ambientales se mueven en un terreno que los enfrenta a tareas inusuales, porque hay un intercambio con la naturaleza, pero no hay diálogo. Y aunque el hombre puede luchar por su vida (por ejemplo, en el caso de un terremoto o una inundación), no puede luchar contra la naturaleza, porque la naturaleza misma no está ni en contra ni a favor del hombre, sino que simplemente sucede. La naturaleza tampoco conoce "catástrofes", sino sólo reestructuraciones de mayor o menor envergadura. Por lo tanto, lo que podemos aprender de la naturaleza no son reglas para nuestra coexistencia, sino sólo soluciones modelo para cuestiones técnicas relativas a la viabilidad, la eficacia y la eficiencia. Y, por último, también podemos aprender algo de la naturaleza sobre los fundamentos biológicos de nuestra propia especie: por ejemplo, sobre esos mecanismos psicológicos "arcaicos" que conforman y controlan nuestras reacciones de comportamiento espontáneas (reflejos). Pero sobre todo, nuestro conocimiento de la naturaleza puede ayudarnos a no dañar o perturbar las condiciones naturales y los procesos naturales que son indispensables para nuestra supervivencia.

las sociedades humanas permite repetidamente ajustes legales en forma de enmiendas a la ley, las leyes de la naturaleza se aplican de forma absoluta e irrevocable. Lo único que puede hacer el ser humano en esa situación es respetar las leyes naturales vigentes, ya sea ejerciendo moderación, tratando los recursos naturales de manera cuidadosa y sostenible (por ejemplo, mediante la reforestación o dando tiempo a las poblaciones de peces para que se recuperen), o por medios tecnológicos, por ejemplo aprovechando nuevas fuentes de energía (no fósiles) (por ejemplo, mediante la energía eólica y los sistemas fotovoltaicos) o utilizando las tecnologías más recientes con las que se estructuran los productos derivados de su actividad económica desde el principio de manera que puedan reutilizarse ("reciclarse") a fin de reducir el consumo de nuevas materias primas en la medida de lo posible. En otras palabras: El hombre sólo puede actuar de acuerdo con las leyes de la naturaleza *obedeciéndolas* o utilizándolas tecnológicamente, pero no *contra* ellas.

Esto puede ser una obviedad, pero tiene consecuencias considerables para cualquier gestión de sistemas en la interfaz entre el hombre y la naturaleza. Porque si bien sólo podemos cambiar el comportamiento de los ecosistemas de manera planificada en la medida en que ello sea posible en el marco de las leyes de la naturaleza aplicables (o de la genética basada en ellas), podemos cambiar las reglas y pautas de nuestro propio comportamiento en mucha mayor medida porque, a diferencia de la mayoría de los demás seres vivos, no estamos obligados (o sólo lo estamos rudimentariamente) por programas instintivos en nuestras acciones, de modo que podemos replantearnos la idoneidad de nuestra conducta e instancias y también podemos transformarlas radicalmente a voluntad. Precisamente este replanteamiento de nuestros modos de acción y del funcionamiento de nuestras instituciones parece necesario en la actualidad para responder a la cuestión central de la gestión de los sistemas socioecológicos: ¿Cómo podemos obtener el "control" en el desarrollo de la relación hombre-naturaleza para que esta relación no lleve al caos socio-ecológico? Para ello, obviamente no sólo tenemos que entender cómo funcionan los ecosistemas, sino que también tenemos que crear al menos suficiente orden en nuestra "propia casa" y así ¡hacer posible un enfoque ordenado y prometedor de la gestión socio-ecológica! En consecuencia, no sólo debemos identificar y aprender a controlar los "puntos críticos" dentro de la dinámica de los sistemas ecológicos, sino también los "puntos neurálgicos" dentro de las sociedades humanas. El reordenamiento de las relaciones entre el hombre y la naturaleza requiere, por lo tanto, un reordenamiento de las condiciones sociales mundiales, lo que concierne sobre todo a la orientación de la economía mundial. De lo contrario, todas las teorías afinadas de los sistemas socioecológicos que ya se han desarrollado seguirán siendo en gran medida una pérdida de tiempo.

¿Qué significa este descubrimiento para las tareas y procedimientos de una gestión que intenta armonizar las estructuras sociales, los intereses económicos y las operaciones técnicas de las sociedades humanas con las estructuras, procesos y leyes de los ecosistemas que son importantes para nuestra supervivencia y bienestar? Esa gestión tendrá que asumir por sí misma un carácter sistémico. Y en última instancia tendrá que tratar la interacción entre los sistemas sociales y ecológicos humanos como un *único gran sistema*, en el que los sistemas humanos y ecológicos, cada uno con su propia dinámica, forman "subsistemas", por así decirlo, que no funcionan independientemente unos de otros, sino que se tocan e influyen constantemente unos a otros en innumerables puntos.

Por lo tanto, era obvio desarrollar una teoría de los llamados "sistemas socio-ecológicos", en particular para poder representar la interacción de la ecología y la economía (pero también de otras áreas del ejercicio humano) en modelos, y obtener de estos modelos conocimientos que nos permitieran estimar y evaluar cada intervención consciente en el medio ambiente natural, pero también cualquier otro efecto sobre él. Se trata de una empresa extremadamente difícil, que plantea grandes exigencias, especialmente en cuanto al enfoque metodológico: para poder crear un modelo apropiado desde el punto de vista de los hechos que sea instructivo a efectos prácticos, es necesario, por ejemplo, determinar todos los componentes relevantes del sistema, todas las constantes y variables, y elaborar indicadores con cuya ayuda podamos vigilar los cambios en curso en un sistema socioecológico (y, por consiguiente, el éxito o el fracaso de nuestras medidas ambientales). Se trata de una tarea enorme para la teoría y la modelización, que no puede resolverse de un solo golpe, sino sólo gradualmente, reuniendo la experiencia y retroalimentándola en el modelo de manera que vaya adquiriendo gradualmente una forma significativa y útil en la práctica.

6.1.2. Propiedades básicas de los sistemas dinámicos complejos

La siguiente presentación entra en detalles básicamente porque su intención es sensibilizar al lector sobre el "pensamiento sistémico". El lector debe familiarizarse con los conceptos básicos, pero también con los escollos y dificultades de su aplicación. Por tanto, sólo se presupone un poco de conocimiento previo. Poco a poco debería quedar claro lo que significa ver la realidad como un sistema o como una red de muchos (sub)sistemas. Como es bien sabido, puede suceder fácilmente que no se pueda ver "el bosque a causa de los árboles". Sin embargo, en el análisis de sistemas es precisamente el "bosque" lo que importa, porque los arboles del bosque se comportan de manera diferente a los árboles individuales. Pero no es cierto que ningún árbol se mantenga nunca solo: siempre hay un suelo rico en agua y bacterias sobre el que se asienta, y siempre hay una atmósfera, a menudo cubierta de nubes, y un sol que da luz, con el que todo árbol interactúa (incluso si el árbol no reacciona, evidentemente al sol lejano, sino que sólo puede utilizar su energía lumínica fotosintéticamente para su metabolismo).

En general, los "sistemas" pueden definirse como poblaciones estructurales controladas de más o de menos numerosos componentes, en las que las relaciones entre los componentes son más importantes que los propios componentes. Sin embargo, en este libro sólo se tratan los sistemas *dinámicos* (no, por ejemplo, los sistemas de pensamiento, ni los sistemas de conceptos o de clasificación). Y los sistemas que aquí se tratan son particularmente *complejos*, por ejemplo, interconectados internamente de muchas maneras, con sus componentes interactuando o "comunicándose" entre sí de diferentes maneras. Además, los componentes aquí no son en absoluto todos iguales, sino que a menudo son muy diferentes. Por lo tanto, sólo se examinan aquí los sistemas que forman una estructura *holística* - conexión de proceso. Además, los sistemas considerados aquí son todos *autoorganizados* y *autosuficientes*, es decir, no están planificados ni "construidos" como máquinas. Además, son capaces de *evolucionar* en la medida en que pueden cambiar sus estructuras internas, sus reglas de funcionamiento y también su tamaño (su extensión espacial, pero también su duración temporal). Por último, los sistemas que nos interesan aquí son (al menos en gran medida) "*funcionalmente*

cerrados", lo que estabiliza su orden y los hace en cierta medida resistentes a las perturbaciones de su entorno. Los sistemas con los que tratamos en este libro son probablemente incluso los sistemas dinámicos más complejos que conocemos. Por consiguiente, es difícil y desafiante comprender estos sistemas en teoría y gestionarlos con éxito en la práctica.

Si estamos hablando de un "sistema socio-ecológico" (SSE)[15], entonces obviamente estamos tratando con un sistema dinámico extremadamente complejo - o más precisamente: con toda una red de sistemas diferentes, todos ellos interdependientes y cuyas interacciones internas e interdependientes conducen a resultados que no se pueden predecir, o sólo dentro de límites. Sobre todo porque no estamos acostumbrados a pensar en términos de secuencias de procesos complejos ("circulares-causales" y no lineales) y, además, a tener en cuenta la inmensa cantidad de datos que se generan al observar estos procesos: si es que tenemos estos datos, porque primero tienen que ser obtenidos laboriosamente y de manera metódicamente fiable. E incluso si tuviéramos todos los datos empíricos concebibles disponibles, aún así tendríamos que averiguar cuáles de ellos son importantes y en qué sentido. Esto también significa hacer las preguntas correctas y tener las herramientas metodológicas (especialmente matemáticas) a nuestra disposición para ordenar y evaluar el material de datos de manera apropiada. En resumen: Para obtener un resultado significativo, también debemos ser capaces de *interpretar* los datos recopilados, porque sólo entonces serán informativos y dignos de ser conocidos. Y no hace falta decir que la creación de un modelo integral sólo puede lograrse de manera *interdisciplinaria*, es decir, sólo a través de la cooperación de numerosas disciplinas sociales, culturales y de ciencias naturales. Una sola disciplina académica estaría simplemente desbordada en este caso.

A continuación se describen las características esenciales de los sistemas complejos y dinámicos.[16] Porque estas características son también de importancia capital para el "sistema socio-ecológico" que se examina a continuación.

6.1.2.1. Auto-organización, "apertura al entorno" y "coherencia operativa".

Los sistemas de tipo social y ambiental son esencialmente auto-organizados, como ya se ha indicado en la introducción (7.1.1.). Lo que se quiere decir con esto es que tales sistemas construyen ellos mismos sus estructuras internas y también ellos mismos (autónomamente) determinan las reglas según las cuales esta estructura se construye y

---

[15] En los países germanófonos también se utiliza comúnmente el término "sistema socioecológico" (por analogía con las descripciones de los sistemas socioculturales, socioeconómicos o sociotécnicos). En lugar de hablar en singular de un solo "sistema socioecológico", también se puede hablar en plural de muchos "sistemas socioecológicos", si se toman ciertos "complejos ecológicos" (o unidades sistémicas) del "ecosistema terrestre" y se los tematiza para el análisis. Así pues, no sólo hay innumerables ecosistemas locales, sino también muchos ecosistemas regionales, que en su conjunto constituyen el ecosistema mundial de nuestro planeta. El problema metodológico de cómo los sistemas socioecológicos individuales pueden "adaptarse" o separarse unos de otros se discutirá más adelante.

[16] La descripción de las propiedades básicas de los sistemas dinámicos complejos se basa esencialmente en los trabajos preliminares de uno de los dos autores del presente capítulo: véase especialmente Paslack (1991), Paslack (2012) y sobre todo Paslack (2019).

reproduce (mantenimiento de la estructura). A diferencia de las máquinas "triviales" (por ejemplo, los autómatas), aquí no hay un creador que determine la estructura y el procesamiento (funcionamiento) del sistema desde el exterior, ni tampoco hay una instancia central interna que controle esta "autogeneración" y autorregulación, sino una compleja interacción de todos los elementos o componentes estructurales del sistema de los que "emergen" espontáneamente la forma y el funcionamiento del sistema (es decir, sin dirección ni planificación), lo que, sin embargo, no suele ocurrir de una sola vez, sino a lo largo de numerosos pasos (evolutivamente). Y, por supuesto, este proceso sólo puede tener lugar en el marco de las leyes de la naturaleza aplicables, en el que (como veremos más adelante) el "dominio" de las leyes de la termodinámica desempeña un papel especial. Pero para que tales sistemas determinen por sí mismos su estructura y comportamiento, por un lado, y puedan seguir desarrollándose mediante la adaptación continua a las condiciones ambientales cambiantes, por otro lado, deben ser "*evolutivamente abiertos*". Para ello, los elementos individuales del sistema no deben estar vinculados de forma demasiado "rígida" (inelástica), de modo que se pueda abrir un "margen evolutivo" en la red de sus interacciones. Por lo tanto, también se trata aquí de "sistemas autoadaptativos".[17]

Si se habla de un "sistema", entonces también hay que hablar del "medio ambiente", ya que ambos términos forman un binomio: o sea, de *su entorno*, porque los sistemas complejos (por ejemplo, los vivos) no se encuentran simplemente en un " entorno", sino que mantienen relaciones de intercambio muy específicas con él, con la consecuencia de que no todo lo que ocurre "fuera" es (al menos no directamente) pertinente a un sistema concreto: Sólo lo que el sistema "necesita" para su mantenimiento es de interés y está desligado del entorno. Esto significa que tal sistema es "sensible" (receptivo y reactivo) de una manera particular a un "segmento" particular de la realidad general: y este "segmento" forma entonces el " entorno" específico del sistema. Así, por ejemplo, los sistemas humanos sociales con sus diversos subsistemas (como la economía, el derecho y la cultura) suelen estar sólo "interesados" en aspectos específicos de su entorno: para el subsistema económico de la sociedad, por ejemplo, los objetos de la naturaleza (depósitos, recursos hídricos, criaturas cultivables, etc.) que pueden ser explotados económicamente (y con los que se puede hacer dinero) son de particular interés.

Este "acceso selectivo" al entorno, que proporciona al sistema su entorno específico, es ahora significativo y comprensible desde el punto de vista del sistema, pero con él la realidad general no ha desaparecido en absoluto, sino que sólo se ha desvanecido sobre la base de una cierta "perspectiva sistémica", es decir, ha sido empujada al "fondo del mundo" general (horizonte del ser). Pues lo que está ocurriendo aquí no es más que una determinada "reducción de la complejidad del mundo" relacionada con el sistema (como la ha llamado el sociólogo alemán Niklas Luhmann), que el sistema ha llevado a cabo para sus propios fines a fin de no tener que prestar atención a todo de una vez, es decir, tener que "procesar intrasistémicamente" toda la diversidad del ser, lo que llevaría inevitablemente a una sobrecarga operativa del sistema. Sin embargo, esta restricción

[17] El término " yo" aquí, por cierto, no se refiere a algún "yo" amenazador con el que están relacionados todos los procesos (como suponemos en el caso de la psique, en la medida en que al menos todos los procesos conscientes se refieren aquí a un " egoísmo"); más bien, en un término como "autoorganizado", el "yo" significa sólo tanto como "espontáneamente" o "por sí mismo" ocurriendo.

selectiva de la " mirada " no está exenta de ciertos riesgos, ya que también puede hacer que uno se " ciegue " fácilmente a los procesos del propio entorno, ¡que pueden ser de considerable relevancia para la supervivencia y el bienestar propio! Y es precisamente esta situación en la que se encuentra actualmente la humanidad, que ha operado a expensas de la naturaleza durante demasiado tiempo y que ahora tiene que darse cuenta de que sus intervenciones en la naturaleza han dado lugar a la contaminación y la degradación, por un lado, y (en relación con esto) a desarrollos acumulativos (como una acumulación "crítica" de carbono en la atmósfera y el aumento de las temperaturas), por otro. Estos hechos también podrían pasarse por alto fácilmente debido a que estaban fuera del foco de atención de la economía, la planificación de poblaciones, la regulación de los recursos hídricos y el transporte.

Aunque siempre se ha procurado que los recursos naturales disponibles se utilicen de la manera más sensata y eficiente posible, los efectos de retroalimentación más complejos, es decir, de "largo alcance" y "a largo plazo", dentro del equilibrio autodinámico de la naturaleza, podrían no tenerse en cuenta. En psicología probablemente se hablaría aquí de cierta "ceguera operacional" o miopía. Pero aún así, la naturaleza con su enorme red de ecosistemas interactuantes está completamente presente. Por lo tanto, si la naturaleza va a continuar formando un entorno viable para nosotros en el futuro, debemos encontrar una manera de superar las limitaciones "caseras" (sistémicas para el ser humano) de nuestra percepción ambiental, al menos en la medida en que sea necesario para la futura viabilidad de la humanidad. Esto es también un mandamiento de justicia intergeneracional, en la medida en que también nuestros descendientes más lejanos tienen derecho a un entorno de vida que les permita una vida soportable, incluso agradable, a cambio de una naturaleza lo más intacta posible.

Pero ¿cómo podríamos, a pesar de nuestros "lentes sistémicos", lograr esta "apertura al entorno" ampliada hacia la naturaleza? Afortunadamente, existe un "sistema funcional" especial entre los subsistemas de la sociedad moderna, que ahora está muy diferenciado y posee reservas de conocimiento que nos permiten mirar más allá de nuestros intereses predominantemente económicos en la utilización de la naturaleza: la ciencia. Aunque la ciencia (como cualquier otro sistema social con funciones específicas) está vinculada a "imperativos funcionales" (conocimiento y cognición) y "normas metodológicas" muy concretos (por ejemplo, normas experimentales y criterios de relevancia estadística), así como a "ideales discursivos" (sólo cuenta el mejor argumento racional), en principio es capaz de adquirir todos los conocimientos sobre la naturaleza que son posibles para el hombre y ponerlos a disposición de otros fines sociales. No obstante, para ello, la sociedad debe orientarse sistemáticamente como una "sociedad del conocimiento" que somete todas sus interacciones planificadas o incluso no planificadas con la naturaleza a un examen racional según criterios científicos. Y en este proceso no sólo se discutirían los descubrimientos de las ciencias naturales, sino que también habría que incluir los métodos y las fuentes de conocimiento de las ciencias sociales y culturales, ya que los intereses humanos para la utilización de la naturaleza deberían seguir existiendo. Por consiguiente, todas las disciplinas científicas pertinentes, incluidas, por ejemplo, las ciencias de la ingeniería o la psicología y la medicina, deben participar en la elaboración de un modelo amplio y viable para los procesos de los sistemas socioecológicos.

Igualmente, no se deben ignorar los aspectos estéticos de nuestra experiencia con la naturaleza, que no se pueden integrar fácilmente en un modelo científico, pero que tienen

una influencia significativa en nuestra relación general con la naturaleza: una naturaleza intacta, que es siempre también una "naturaleza hermosa" en la que nos sentimos cómodos y podemos adquirir fuerzas renovadas. Así que este interés estético y emocional por la naturaleza también debe tenerse en cuenta cuando tomamos medidas para cuidar el entorno y protegerlo. Por lo tanto, la conservación de los recursos naturales y paisajísticos, así como la preservación de la biodiversidad, debe incluir siempre las necesidades estéticas (y tal vez incluso espirituales) de los seres humanos, porque como ser cultural no sólo hacemos negocios, ciencia e ingeniería.[18]

Si resumimos ahora el aspecto de la "apertura al entorno" de los sistemas complejos con el aspecto de su auto-organización y auto-regulación interna (según reglas autónomas), surge el siguiente cuadro: Todos los sistemas sociales y ecológicos estarán, por un lado, dominados por sus propias reglas, por lo que pueden considerarse como "**sistemas operativamente cerrados**", pero por otro lado también representan "**sistemas abiertos**" en la medida en que absorben y liberan energía y materia: así, el sistema social extrae continuamente materias primas para la alimentación y la producción del sistema ecológico para su procesamiento o consumo interno, pero en algún momento las devuelve a la naturaleza y a sus ciclos materiales, ya sea en forma de calor residual o de desechos materiales. Se dice entonces también que el sistema social se libera de todo lo que ya no necesita y que, si permanece, podría incluso perturbar el orden interno del sistema social:

[18] En la religión y en las bellas artes (pero también en la poesía), la relación del hombre con la naturaleza siempre ha sido de gran importancia: Pero mientras que el arte (empezando por la antigüedad) casi siempre ha celebrado virtualmente las bondades de la naturaleza y a veces incluso ha tomado la naturaleza como modelo, las grandes religiones (judaísmo, cristianismo e islamismo) en particular han atribuido a menudo un valor bastante dudoso a la naturaleza (que a menudo incluía la baja estima hacia el cuerpo humano y la sexualidad "pecaminosa"): por ejemplo, cuando la Biblia habla de la "subyugación" del hombre a la naturaleza - un imperativo que la civilización tecnológica moderna ha seguido con mucho gusto. Pero también hay indicaciones aquí de que la naturaleza debe ser apreciada y cuidada como un "buen pastor", ya que también ella (además del alma y el espíritu) es una "creación" de Dios y por lo tanto digna de ser preservada. En conjunto, la relación de la religión con la naturaleza (y esto es ya un mito) está marcada por una gran ambivalencia. En contraste con esto, los artistas han sentido a menudo que su propia creatividad está a menudo hermanada con la naturaleza creativa. Pero fue precisamente esto lo que a veces les hizo sospechar de la religión: ¿Querían los artistas ser "iguales a Dios", es decir, convertirse ellos mismos en divinos? Un reproche que muchos teólogos y creyentes, también hicieron a la investigación y a la tecnología. Esta acusación "hybris" solía referirse principalmente a los esfuerzos por "crear vida" (como el golem o el monstruo de Frankenstein). En la actualidad, la sospecha se dirige más a ciertos avances en el ámbito de la "Inteligencia Artificial", la ingeniería genética (por ejemplo, kloning), la posible creación de cyborgs (híbridos hombre-máquina) y la "biología sintética", precisamente porque la vida y el espíritu son creaciones divinas que no deben ser simuladas o manipuladas artificialmente. Porque hoy en día se da más bien el caso de que la religión aprecia más bien el valor de la naturaleza -y una conexión espiritual con ella- (siempre que esta conexión con la naturaleza no se desvíe hacia los reinos esotéricos). Y siempre ha habido en todas las religiones también una rama lateral mística de la naturaleza o corriente subterránea que trató de leer el "Libro de la Naturaleza" de una manera contemplativa como un texto de revelación. También ha habido siempre panteístas que insistieron en la identidad (igualdad de esencia) de la naturaleza y Dios (como Giordano Bruno o Spinoza). En cualquier caso, en el arte, la religión y el misticismo siempre hay esfuerzos por destacar e invocar la unidad del espíritu (divino) y la naturaleza, y así ver la relación del hombre con la naturaleza no sólo como una relación económica o técnica.

físicamente hablando, se trata de una exportación (o externalización) de "**entropía**", es decir, de "desorden".[19] Y, por supuesto, los ecosistemas (al igual que los seres vivos individuales ya lo hacen) también son "**sistemas abiertos**" que intercambian materia y energía con su entorno. Por lo tanto, es una característica de los sistemas operacionalmente cerrados y al mismo tiempo energética y materialmente abiertos que sólo pueden establecer, estabilizar y mantener su orden interno tomando selectivamente de su entorno lo que necesitan para su existencia continuada por un lado, y por otro lado devolviendo al entorno todo lo que podría perjudicar sus funciones internas.

6.1.2.2. Resiliencia y Robustez

Pero los sistemas sociales también pueden, dentro de ciertos límites, adaptarse a los nuevos desafíos del entorno natural redistribuyendo y utilizando sus recursos disponibles de manera diferente o sustituyendo parcialmente (sustituyendo) los recursos ambientales necesarios que se han vuelto escasos; de hecho, a veces pueden incluso cambiar sus propias reglas y prioridades, desarrollarse más o reestructurar sus procesos internos. En otras palabras, los sistemas sociales a menudo parecen ser sorprendentemente flexibles en su comportamiento cuando se producen carencias o turbulencias en su entorno que les causan dificultades o incluso amenazan su existencia. Esto es lo que los hace resilientes o resistentes en situaciones precarias.

Flexible and, within limits, resilient are also the ecological systems in which restructuring can also occur, perhaps accompanied by the death of many individuals of a species or even the extinction of entire species, but which need not result in the complete destruction of the system.[20] Sin embargo, en este caso no son las decisiones sobre prioridades y medidas, como en el caso de los sistemas sociales humanos, las que desempeñan un papel, sino sobre todo los procesos de reducción del tamaño de la población o de reordenación de las especies que viven en ellos, así como la aparición aleatoria de mutaciones genéticas favorables que dan a algunas especies una ventaja de selección sobre sus competidores. No obstante, esos procesos de transformación son siempre arriesgados en todos los sistemas abiertos, por lo que pueden no conseguir

[19] Por lo tanto, los aspectos termodinámicos (como los efectos de la entropía) también desempeñan un papel importante en algunos enfoques del SSE. Por ejemplo, el concepto de SSE de Kay y Boyle (2008) utiliza explícitamente términos como "disipación energética", "no equilibrio" y "exergía" (que significa la calidad de la energía disponible): "Los defensores del marco [SOHO-] argumentan que a medida que los sistemas se alejan del equilibrio, la exergía aumenta, se dispone de más oportunidades de disipación y surge más organización. Los flujos de los ecosistemas proporcionan exergía tanto para apoyar como para limitar la sociedad humana. El flujo de energía estructuralmente utilizable en sistemas alejados del equilibrio permite incluso la autoorganización (innovadora) de estos sistemas". Este conocimiento teórico de los sistemas no nos libera, por supuesto, de la necesidad de demostrar empíricamente los cambios estructurales auto-organizados en cada sistema individual. Porque cada sistema tiene sus propias (específicas) "condiciones límite internas" bajo las cuales opera y evoluciona.

[20] "La resistencia puede describirse como la capacidad de un sistema para mantener su identidad" (Cumming/Collier 2005). Mientras un sistema sea capaz de "resistir" suficientemente a las perturbaciones importantes, mantiene su identidad de modo que sigue siendo reconocible.

mantenerse vivos a pesar de todos los esfuerzos de adaptación.[21] Si, por ejemplo, la humanidad, que no sólo vive en sus sistemas sociales y culturales creados por ella misma, sino que también forma parte de la ecología de la Tierra como especie biológica, se extinguiera, entonces la naturaleza seguiría existiendo (sólo desde el punto de vista geológico): sólo esa evolución biológica continuaría entonces sin nosotros. Para evitar esto, que es precisamente por lo que es tan importante comprender cada vez mejor las interacciones socio-ecológicas y así también aumentar nuestras posibilidades de adaptarnos con éxito a un entorno cambiante. Y, por supuesto, lo mejor sería que los costos económicos y sociales de esa adaptación se mantuvieran lo más bajos posible o que no se produjeran cambios ambientales graves (como un cambio climático importante) en primer lugar.

La **capacidad de adaptación** de los sistemas biológicos o ecológicos suele ir acompañada de la **robustez**, que es la estabilidad evolutiva de una propiedad particular del sistema en caso de perturbaciones o en condiciones de incertidumbre. Cuanto más robusto es un sistema ante las perturbaciones externas, más capaz es de mantener su identidad original. Para el análisis de los SSE y especialmente para la previsibilidad de su comportamiento, la identificación de los "factores robustos" es crucial, ya que limitan el alcance de la posible variabilidad.

Todo ello perfila el objetivo esencial de la elaboración de modelos socioecológicos: a saber, identificar lo antes posible los principales problemas ambientales emergentes y estimar su alcance (función de vigilancia y alerta), determinar sus causas (análisis causal y función explicativa) y proporcionar indicaciones para la adopción de contramedidas eficaces (función de recomendación). Sin embargo, incluso entre los científicos no siempre está claro qué medidas son las más adecuadas, por lo que a menudo surgen controversias fundamentales sobre el enfoque correcto: ¿Es, por ejemplo, más sensato "ayudar" a los bosques en peligro "limpiándolos" y reforestándolos con más árboles resistentes al clima de otras partes del mundo, o sería mejor simplemente dejar los bosques en paz por un tiempo para que se recuperen por sí mismos y se adapten a las condiciones climáticas cambiantes? Los diversos modelos socio-ecológicos proporcionan respuestas bastante diferentes a estas y otras preguntas similares, dependiendo de las premisas en las que se basan.

Para lograr todo esto, se requiere una forma especial de pensar: "pensamiento sistémico", es decir, pensar en términos de comprensión de las interacciones entre componentes recursivamente interrelacionados que juntos forman un "todo" en el que todo está conectado con el resto. Sin embargo, el "pensamiento sistémico" no es evidente por sí mismo, sino que debe aprenderse y practicarse. Pero hacer esto no es fácil, porque en general pensamos "linealmente", es decir, en simples cadenas causales que se desarrollan en diferentes direcciones y se ramifican como árboles. Aquí perdemos rápidamente la visión general. Las relaciones "no lineales" o "círculo causal" de retroalimentación, como son típicas de los sistemas complejos en red, suelen exceder nuestra comprensión, especialmente porque en la vida cotidiana solemos llevarnos bien

[21] Expresiones como "arriesgado" o "exitoso" sólo pueden entenderse siempre metafóricamente en el caso de los procesos naturales, porque la naturaleza no conoce ni riesgos ni éxitos o fracasos, ya que no tiene confianza en sí misma ni intencionalidad. Sin embargo, es sumamente difícil evitar por completo esas metáforas "antropomórficas" cuando se habla de la naturaleza.

con las relaciones simples de causa y efecto. Sin embargo, esto también se aplica a los procesos de crecimiento exponencial en los que la cantidad de un determinado factor se duplica en un período de tiempo determinado (razón por la cual a muchas personas les resulta difícil comprender la tasa de desarrollo exponencial de una pandemia como la de Covid 19). Además, estamos acostumbrados a pensar y planificar a corto plazo, por lo que las consecuencias a largo plazo de nuestras acciones suelen permanecer ocultas para nosotros. El pensamiento cotidiano, pero también el de muchos políticos y empresarios, tiene lugar predominantemente en pequeñas escalas temporales y espaciales, de modo que las consecuencias de gran alcance (especialmente mundiales) casi nunca se tienen en cuenta. En cierto sentido, casi siempre nos comportamos de manera oportunista (dando preferencia a la ventaja más cercana) y "ciegos ante el futuro" cuando se trata de acontecimientos que van más allá de nuestro horizonte de acción a corto o medio plazo ("a largo plazo"). Sin embargo, en un mundo fuertemente interconectado y al mismo tiempo "sistémicamente cerrado" (como el nuestro), este tipo de pensamiento puede fácilmente "vengarse" enfrentándonos repentinamente a consecuencias inesperadas y tal vez incluso irreversibles de nuestras acciones (especialmente en el caso de intervenciones profundas en el equilibrio de la naturaleza).

6.1.2.3. Previsibilidad limitada de los procesos de sistemas complejos

Es precisamente por esta razón que necesitamos aprender a tratar con la complejidad, la exponencialidad, la retroalimentación de procedimientos, la no linealidad y la causalidad circular. Y afortunadamente, tenemos a nuestra disposición una serie de métodos matemáticos para este propósito, con la ayuda de los cuales los procesos en red y recursivos pueden ser modelados en un principio. No obstante, el poder de predicción de esos procesos también está sujeto a ciertas limitaciones metodológicas, precisamente porque esos procesos son tan complejos que incluso "bifurcaciones" y "retroalimentaciones" poco probables, incluso "efectos caóticos" o "fractales" pueden producirse debido a fluctuaciones impredecibles de los procesos. Por lo tanto, las medidas destinadas a intervenir en el equilibrio de la naturaleza de manera positiva deben concebirse siempre de manera que incluso los posibles efectos indeseables no previstos sigan siendo controlables, permitiendo su revisión ("recuperabilidad").

La relativa **imprevisibilidad** del curso de los procesos del sistema no significa, sin embargo, que en muchos casos no sea posible producir previsiones y estimaciones de tendencias razonablemente fiables (al menos a mediano plazo): cuantos más datos podamos reunir sobre los procesos naturales y evaluarlos con modelos y algoritmos adecuados (en el sentido de un "gran análisis de datos"), mejor será el éxito de las medidas aplicadas con cautela y acompañadas de una vigilancia lo más estrecha posible. Por lo tanto, cada vez hay menos motivos para una actitud pesimista o "fatalista" con respecto a nuestras opciones de control positivo de la evolución inestable de los ecosistemas. Un problema recurrente es más bien la falta de voluntad política y administrativa (gobernanza) para aplicar las medidas ambientales necesarias de manera "sensible" y coherente, ya que esa aplicación se ve a menudo obstaculizada por intereses y conflictos económicos. Además, los ecosistemas no respetan las fronteras nacionales (basta pensar en el sistema climático mundial) y, por lo tanto, requieren acuerdos internacionales y transnacionales, que a veces sólo se alcanzan con gran esfuerzo (de los que los difíciles

procesos de negociación, por ejemplo, sobre una limitación mundial de las emisiones de carbono en las "cumbres climáticas" internacionales constituyen un ejemplo evidente).

En cuanto a la predictibilidad fundamentalmente inadecuada del comportamiento futuro de los sistemas complejos (que por supuesto incluye los sistemas humanos sociales), podemos afirmar que cada medida que interviene en los sistemas complejos siempre tiene un cierto "carácter experimental", ya que no se pueden predecir claramente todas las consecuencias posibles: lo que es beneficioso y favorable en un lugar (por ejemplo, mejorar el rendimiento de un cultivo) puede tener a veces consecuencias bastante negativas en otra parte del sistema ecológico (por ejemplo, el clima). Y como se tratan de "experimentos reales" y no de experimentos de laboratorio, cuyo éxito se ve fundamentalmente amenazado por la eventualidad (acontecimientos aleatorios), los gestores medioambientales deben proceder con la debida precaución y paso a paso (sucesiva y cíclicamente) para asegurarse de que los efectos puedan "recuperarse"; por ejemplo, para ello es indispensable la vigilancia continua. Los sistemas dinámicos complejos no son "máquinas triviales" cuyo funcionamiento es bien conocido y que son relativamente fáciles de dominar técnicamente, pero su comportamiento es más parecido al de los "seres vivos autopoiéticos" (H. Maturana y F. Varela 1980), en los que siempre se dan ciertos "grados de libertad".[22] Lo que todo fruticultor sabe, por ejemplo, cuando ve cómo los mismos árboles frutales pueden reaccionar a menudo de manera extremadamente diferente a sólo leves cambios en las condiciones ambientales (por ejemplo, ligeras variaciones en la temperatura ambiente o en la cantidad de fertilizante utilizado, o según el tipo de poda, etc.) Esta "sensibilidad" de los sistemas (ya sean plantas individuales o ecosistemas complejos) a pequeñas fluctuaciones en parámetros importantes es característica del comportamiento de los sistemas "abiertos" (aunque el famoso "efecto mariposa" no se produzca tan a menudo como se pensaba antes).

6.1.2.4. Complejidad, equilibrio y estabilidad

Bajo ninguna circunstancia -y aun esto es difícil de entender para la conciencia cotidiana- debe confundirse la "complejidad" (en el sentido de una interacción altamente sensible entre los componentes del sistema) con la "complicabilidad" (el número de componentes del sistema): incluso un sistema físico aparentemente simple como un doble péndulo puede resultar sorprendentemente complejo, es decir, altamente variable, en su comportamiento. E incluso en los ecosistemas, especialmente cuando su estabilidad amenaza con descontrolarse, el número de posibles "vías de desarrollo" que estos sistemas pueden tomar de forma evolutiva es a veces inmanejable. Pero, una vez más, la

[22] Por "autopoiesis" se entiende la "autoproducción" y la autorreproducción de todos los procesos fisiológicos y sus productos dentro del metabolismo operacionalmente cerrado de un ser vivo. Esto se debe a que los sistemas vivos están siempre organizados de tal manera que el conjunto del sistema y todos sus componentes se generan y mantienen de forma recursiva y recíproca. Esto conduce a un cierto "ciclo de producción" de todos los componentes bioquímicos del organismo, como ya puede observarse en un organismo unicelular. Por supuesto, los "reguladores" (genes y otros " captadores" bioquímicos y "parámetros de orden") en diferentes niveles jerárquicos también desempeñan un papel aquí (cf. Matura/Varela 1980).

"estabilidad" no debe confundirse con el "equilibrio"[23], ya que los ecosistemas (e incluso los organismos individuales) deben su estabilidad, en el mejor de los casos, a un "equilibrio flotante": de hecho, incluso se dice que se organizan y estabilizan (termodinámicamente hablando) "lejos del equilibrio" al "redirigir" (canalizar) continuamente la entropía (la tendencia al desorden) en su interior de tal manera que tiene el efecto contrario: Es decir, construir y mantener estructuras; el "flujo de energía entrópica" a través del sistema es "gestionado" por el sistema de acuerdo con sus propias reglas de funcionamiento de tal manera que la maximización de la entropía se logra precisamente por el hecho de que el flujo de energía produce a su paso estructuras de flujo optimizado (al igual que las conocidas celdas de convección) en forma de panal en la "convección de Bénard" en finas capas de líquido. A primera vista esto parece paradójico porque contradice nuestra intuición diaria, pero (físicamente hablando) es un proceso completamente lógico y determinado causalmente.

En otras palabras, la estructura estable y el comportamiento regular de los sistemas autoorganizados están sujetos a una "termodinámica desestabilizadora" (Ilya Prigogine) o a un "equilibrio de estado estacionario" (Ludwig c. Bertalanffy), aunque siempre pueden producirse fases de inestabilidad. Pero son precisamente estas fases inestables temporales las que también pueden aumentar la " resiliencia " del sistema, su resistencia y adaptabilidad a las perturbaciones externas, de modo que en última instancia incluso forman el " motor de la evolución ". Así pues, cuando se oye hablar repetidamente de un "equilibrio de la naturaleza", en realidad se debería hablar con mayor precisión de una "estabilidad de los ecosistemas naturales" inherente o intrínseca, cuyo mantenimiento los ecosistemas logran mantener precisamente porque se procesan "lejos del equilibrio (termodinámico)". Los sistemas realmente equilibrados o absolutamente estables (siguiendo el modelo de la mecánica clásica), por otra parte, serían demasiado rígidos e inflexibles para adaptarse a las condiciones ambientales cambiantes y, por lo tanto, perecerían fácilmente. Es sólo que esta ventaja adaptativa y evolutiva de los sistemas flexibles desde el punto de vista estructural y del comportamiento también implica que su desarrollo no puede predecirse exactamente cuando se ve influenciado desde el exterior - lo cual es una desventaja para la gestión medioambiental.

6.1.2.5. Jerarquía y heterarquía, surgimiento y diferencias de escala

Ya hemos dicho anteriormente que en la naturaleza no hay ningún "centro de control", ninguna instancia que domine todos los procesos. Ese poder central no existe, al menos no en la sociedad democrática moderna: si bien existe el poder legislativo y ejecutivo del gobierno, existe el poder judicial y la administración, existe la policía y el ejército, pero además de esas instituciones políticas y administrativas con su "separación

[23] Esa confusión de términos se observa a menudo en el debate sobre el equilibrio adecuado entre la ecología y la economía: Por ejemplo, el término "sostenibilidad" se utiliza a menudo para referirse únicamente a los efectos o medidas duraderos (en este sentido, sin embargo, el daño ambiental también podría ser "duradero"), mientras que el "desarrollo sostenible" se caracteriza por el hecho de que un determinado recurso (por ejemplo madera o energía) se gestiona de tal manera que a) puede renovarse una y otra vez (por ejemplo, mediante el reciclado de materiales ya utilizados o mediante la reforestación, es decir, el rebrote de la madera del bosque), o bien b) implica el uso de un recurso básicamente no agotable (como la energía solar o eólica).

de poderes", existen también las empresas económicas, que actúan de manera relativamente autónoma en el marco de la legislación, y el "libre mercado" de bienes y servicios, que nadie puede dominar (mientras no se creen monopolios) y cuyo desarrollo es, por tanto, a menudo "caótico". Y muchas instituciones culturales (como las religiones, la investigación, los medios de comunicación y numerosas instituciones artísticas) también llevan relativamente una vida propia que, aunque a menudo depende de la financiación estatal o empresarial, sigue sin embargo sus propias normas e intereses. Por supuesto, todas estas instituciones y actores se "observan" e influyen mutuamente en un incesante juego de "acción y reacción", innovación y provocación, etc., pero en conjunto forman una "mezcla fluida" dentro de la cual nadie tiene el control absoluto ni marca el tono. Pero después de todo, en los sistemas sociales constituidos democráticamente no sólo hay cierto margen para la autoorganización y la autorregulación, sino que casi en todas partes hay también un grado considerable de "organización extranjera" a través de reglamentos, normas, leyes estatales, así como de la moral pública, tal vez incluso una especie de "cultura rectora" que se afirma en muchas esferas.

Esto es muy diferente en la naturaleza no humana: En este caso, todo está autoorganizado desde el principio debido a los procesos evolutivos, es decir, completamente inconsciente y al azar creado únicamente por interacciones físicas y (bio)químicas "accidentales". Sin embargo, esto no significa que no hayan surgido también en la naturaleza estructuras ecológicas ordenadas ("regímenes de orden"), a través de las cuales la continuación de los procesos evolutivos se ve considerablemente restringida en sus posibilidades: El respectivo "estado de evolución" (es decir, lo que ya existe) que ya se ha alcanzado restringe los posibles caminos por los que un ecosistema puede cambiar. Esta *robustez estructural* o resistencia del ecosistema debe tenerse en cuenta cuando los humanos intentan dirigir el "curso" del ecosistema en una dirección diferente. Todos los sistemas naturales tienen un "conservadurismo estructural" inherente que hace bastante improbable que prevalezcan las innovaciones (de mutaciones o "empujes evolutivos") (excepto quizás en situaciones "supercríticas" en las que el conjunto está en juego). El "orden natural" de los ecosistemas (o de la naturaleza en su conjunto) incluye no sólo "soluciones modelo" (como el dispositivo volador de las aves e insectos) sino también estructuras jerárquicas, es decir, macro-niveles de orden a los que están subordinados los micro-niveles. Esto comienza ya con el organismo individual, que se diferencia en innumerables niveles de regulación, por lo que el sistema nervioso central (de los mamíferos, por ejemplo) forma sólo el punto más alto de esta arquitectura jerárquica.

No obstante, los niveles inferiores (por ejemplo, el nivel celular) siempre tienen un cierto "grado de libertad", especialmente en el procesamiento de la información (por ejemplo, en lo que respecta a la cantidad de agua disponible o al suministro de minerales y energía), de modo que el metabolismo del ser vivo no siempre se "decide" sólo "desde arriba". Por ejemplo, podría ocurrir que la "dirección" de las pautas superiores (macroestructurales) en el procesamiento reactivo de información inusual, que desencadena una especie de "estrés" en el organismo, dependa en cierta medida de la variabilidad de las estructuras *heterárquicas* localmente efectivas para encontrar una "respuesta" adecuada. En los sistemas multicapas siempre hay muchas posibilidades. [24]

[24] Durante mucho tiempo se creyó que los genes determinan todo lo que puede suceder en un organismo. Sin embargo, ahora se sabe que otros procesos celulares también tienen una influencia

Entre las informaciones inusuales que pueden procesarse de manera heterárquica figuran, por ejemplo, esas informaciones "negativas" (que ponen en peligro la vida) que se producen, por ejemplo, en el caso de un suministro insuficiente de sustancias esenciales, obligando al organismo a adoptar "medidas de economía" o de redistribución interna; sin embargo, esto también puede entrañar la "percepción" de un daño (por ejemplo, por una infección parasitaria), ante el cual el organismo también debe ser capaz de reaccionar con flexibilidad. En lo que respecta a la gama de posibles reacciones de adaptación, es poco probable que siempre sea posible hacer predicciones exactas, precisamente porque el predominio de las pautas de reacción jerárquicas establecidas también puede "romperse" por procesos heterárquicos, de modo que el crecimiento y el comportamiento se mueven en una dirección inesperada.

Y la modelización teórica de sistemas se enfrenta a otro fenómeno un tanto desconcertante: el de el **surgimiento ó emergencia**. Esto significa que las propiedades especiales de los *sistemas* no pueden derivarse simplemente de las propiedades de los *componentes* del sistema. Las "propiedades emergentes" ya surgen en las etapas más bajas del desarrollo de la naturaleza: por ejemplo, las propiedades de flujo del agua (es decir, una acumulación "suelta" de muchas moléculas de agua) no pueden derivarse de las propiedades del hidrógeno o del oxígeno.[25] Esto se aplica aún más a los ecosistemas complejos que están sujetos a ciertas leyes que no están determinadas por ninguno de los componentes físicos, químicos o biológicos involucrados. Por lo tanto, sólo el análisis empírico del comportamiento concreto del ecosistema puede ayudar en este sentido. Sólo

---

considerable en la forma en que funcionan los genes (por ejemplo, a través del plegamiento del ADN), lo que puede dar lugar a una retroalimentación entre los diferentes niveles de regulación. Además, también se han descubierto los llamados mecanismos "epigenéticos" que, especialmente en situaciones de estrés, marcan (Metóxido) el ADN de una determinada manera, de modo que la expresión de ciertos genes aumenta o disminuye. Esta modificación epigenética de la expresión genética puede incluso heredarse a lo largo de varias generaciones antes de que desaparezca de nuevo.

[25] The fact that organismic systems, for example, are capable of unexpectedly assuming new properties is shown in animals equipped with a brain: here mental properties such as consciousness, sensory perception and emotions suddenly appear, which require a material basis (a central nervous system as a subsystem of the organism), but which cannot be seen by neuronal processes from the outside, since they are only revealed in the inner subjective experience of a psyche. Nobody is yet able to say how the brain arrives at its psychic functions and experiences, but this riddle (the so-called "body-soul problem") is not yet a reason to assume the existence of an autonomous psyche, i.e. independent of the brain, as is usually postulated by religions. After all, the example of the emergence of mental characteristics in the realm of higher beings shows that one must always expect surprises in complex systems. Even the question whether "life" is also an emergent phenomenon has so far not been answered convincingly by anyone. For what we find empirically when we approach nature from the outside as observers, these are always only material or energetic phenomena, i.e. physical or chemical entities and processes. Do living beings as such (i.e. already at the pre-mental stage) possess specific properties that cannot be understood from their biochemistry? Properties such as self-activity or self-determination or even "self-interest"? Do living beings only *behave as* if they were pursuing "purposes", or are "teleological mechanisms" actually effective in them? These are all unanswered questions: How vitality and subjectivity can arise within certain organisms, this eludes (perhaps even in principle) any purely materialistic understanding of nature. At best, we understand the correlations and conditional dependencies (e.g. between neuronal circuits and certain experiences of consciousness), but not the *causality* that connects objective events with subjective sensations.

entonces se ponen de manifiesto las "características superpuestas" del sistema (en relación con las propiedades de los componentes). Las propiedades "emergentes" del sistema no pueden leerse a partir de los propios elementos del sistema, sino sólo a partir de su interacción, es decir, las interacciones entre ellos: son pues propiedades relacionales (aunque tampoco, una vez más, de las relaciones individuales, sino de toda la estructura relacional). Aunque una cierta relación de interacción presupone que las "relaciones" son adecuadas para la misma (así por ejemplo, los animales de pastoreo interactúan entre sí de manera diferente a las plantas), el carácter de una relación depende del entorno de todas las demás relaciones: Así pues, las interacciones siempre tienen lugar en el contexto de todas las circunstancias e influencias a las que están expuestas, pero también tienen un efecto sobre esas circunstancias y factores de influencia.

En otras palabras, los sistemas siempre forman una totalidad que es "más" y diferente de la suma de sus partes (sus elementos), por lo que tenemos que mirarlos desde una "perspectiva holística". Sin embargo, este enfoque plantea ciertos problemas metodológicos, ya que un análisis siempre requiere el "aislamiento" de una determinada variable del sistema para observar cómo su variabilidad afecta al comportamiento de otras diversas variables del sistema. Sólo entonces, cuando se hayan aclarado con éxito ciertos mecanismos "macroestructurales" y pautas de reglas en el contexto del sistema, sólo entonces podrán considerarse las interacciones internas (intrasistémicas) y externas (ambientales) más complejas de manera cuasi "holística".

Ahora bien, los componentes de un ecosistema suelen tener una estructura compleja en sí mismos -como en el caso de los organismos, que a su vez encarnan sistemas-, lo que significa que esos componentes suelen tener una gama de opciones de comportamiento más amplia de lo que cabría esperar. Sin embargo, en este espectro, bajo el dominio de las macro reglas del sistema, sólo pueden manifestarse las propiedades de los componentes que el sistema permite o que los componentes necesitan para sobrevivir dentro del ecosistema (o dentro de la red de interacción ecosistema-entorno-red): cuanto más rígidas son las condiciones del sistema-entorno, menos grados de libertad quedan para que los componentes esenciales aseguren su existencia. Sin embargo, el "excedente" de complejidad de comportamiento no desaparece, sino que permanece "latente".[26] Si ahora el ecosistema en su conjunto se encuentra en una situación "crítica", en la que su estabilidad se ve amenazada (por ejemplo cuando se alcanza un "punto de inflexión" en el desarrollo climático), entonces se producirá en ocasiones una cierta "relajación" de las hasta ahora estrechas interacciones entre los componentes del sistema, para que aumente su alcance conductual manifiesto (pero, por supuesto, también la presión sobre ellos para que se adapten): puede que ahora sea importante que los componentes (organismos) tengan reservas conductuales cuyo valor de supervivencia o "aptitud evolutiva" puedan probar en un proceso de "ensayo y error"; y también las mutaciones genéticas tienen ahora más posibilidades de demostrar su ventaja para la supervivencia dentro del ecosistema.

[26] Las asombrosas estrategias de adaptación de las aves, por ejemplo, que se han acostumbrado a la vida en la ciudad aprovechando nuevas fuentes de alimento (por ejemplo, revisando los cubos de basura o quitando los tapones de aluminio de las botellas de leche o abriendo nueces al pasar los coches por ellas), muestran qué posibilidades, especialmente las capacidades de aprendizaje, pueden esconderse en animales más inteligentes. Como resultado, nuestros asentamientos se han convertido en nuevos ecosistemas no sólo para nosotros los humanos, sino también para los "oportunistas" no humanos.

Se trata de una de esas situaciones de estrés en las que los "impulsos heterárquicos" son capaces de superar parcial o temporalmente el dominio de las estructuras jerárquicas de los ecosistemas: Las fluctuaciones en la estructura y el comportamiento de los subsistemas (los organismos) pueden, en determinadas circunstancias, incluso provocar un cambio en las macroestructuras del ecosistema, por ejemplo, que una determinada especie adquiera una preponderancia hasta ahora imposible sobre las demás especies del ecosistema, cambiando así el carácter del ecosistema en su conjunto.[27]

En el caso de los "sistemas socio-ecológicos", nos encontramos ahora con el caso especial de que el hombre, sobre la base de su capacidad intelectual, puede incluso conquistar cierta libertad de las restrictivas condiciones naturales utilizando su "excedente" innato de poderes cognitivos para concebir tecnologías con cuya ayuda puede aparentemente transformar o explotar su entorno natural a voluntad. Si bien este excedente creativo del pensamiento y la acción humanos (por ejemplo, ser capaz de hacer matemáticas superiores) es sólo un resultado aleatorio de la evolución biológica, una vez que está ahí, puede proporcionar al hombre un tremendo potencial para expandirse eventualmente a todos los hábitats disponibles en la Tierra, es decir, para someter todos los recursos naturales a sus intereses. Es precisamente esto lo que ha convertido a los humanos en la especie más exitosa del planeta, y en una amenaza para ellos.[28]

Lo que dificulta aún más la predicción o la gestión del desarrollo de los ecosistemas son las *diferentes* escalas de tiempo en las que tienen lugar los procesos de los ecosistemas (con la consecuencia de que, por ejemplo, la regeneración efectiva de las masas forestales o de las poblaciones de animales requiere diferentes períodos de tiempo); también los procesos acumulativos (que pueden ocurrir particularmente en el caso de la contaminación y que a menudo son difíciles de frenar); por último, también las fluctuaciones periódicas (por ejemplo, en los tamaños de las poblaciones de depredadores y presas) o los ritmos climáticos (por ejemplo, en el fenómeno de El Niño). A pesar de su regularidad, incluso éstos sólo pueden predecirse y modelizarse dentro de límites en

---

[27] En el campo de los sistemas sociales humanos no es raro que esto ocurra. Si, por ejemplo, una empresa entra en un desequilibrio económico, de modo que su continuidad en el mercado se vuelve cuestionable, en ocasiones se relajan las estructuras de gestión (formales) que se han establecido firmemente hasta ahora, en el sentido de que la imaginación creativa de los empleados adquiere repentinamente mayor importancia incluso en los niveles inferiores de la jerarquía de la empresa: las "relaciones informales" entre los empleados son ahora más importantes y el nivel normalmente bajo de retroalimentación "de abajo hacia arriba" es cada vez más numeroso y significativo, lo que hace que el sistema empresarial en su conjunto sea más "transparente desde el punto de vista de la información" y que el proceso de adopción de decisiones sea más abierto. Asimismo, es frecuente que aumente la "organización externa", en el sentido de que la dirección recurre a una empresa de consultoría externa para estudiar las posibilidades de reestructuración interna de la empresa (por ejemplo, ahorros y redistribución).

[28] Sin embargo, lo que puede considerarse un "éxito evolutivo" no es fácil de determinar: ¿No deberían considerarse, por ejemplo, las bacterias del suelo o las numerosas especies de insectos, algunas de las cuales han estado colonizando la Tierra durante muchos millones de años, tanto o más exitosas que los humanos, que sólo han estado presentes durante un tiempo relativamente corto? Lo que realmente es "éxito" está determinado en última instancia por el tiempo que se ha pasado en este planeta. Además, "más complejo en su estructura" no siempre significa "más apto para la ecología": porque es precisamente su enorme complejidad biológica la que podría ser la causa de la pronta desaparición de la humanidad y convertirla en una "especie amenazada".

cuanto a su impacto. Pero al menos proporcionan un marco en el que el "orden de la naturaleza" puede entenderse en principio.[29] Sin embargo, el conocimiento de las leyes universales de la naturaleza por sí solo no es suficiente para comprender las pautas de comportamiento específicas de los ecosistemas complejos: Las peculiares "reglas de juego" que determinan la estructura y el funcionamiento de los diversos ecosistemas no exceden el marco de las leyes naturales en ninguna parte, como tampoco pueden reducirse directamente a la física y la química. Y esta es quizás la lección más importante que puede aprenderse del análisis de los ecosistemas.

6.1.3. Enfoques diferentes para modelización de sistemas socioecológicos

La modelización de las relaciones entre los seres humanos y la naturaleza en un *único* y amplio "sistema social-ecológico" está, en cierto modo, mucho más cerca de la realidad que una modelización teórica de sistemas que compara los sistemas sociales humanos con los sistemas ecológicos. Esto se debe a tal contraste, que corresponde a la tradicional oposición "cultura vs. naturaleza". Es cierto que (como dijo Niklas Luhmann, por ejemplo) los procesos comunicativos de una sociedad pueden describirse como un sistema operacionalmente cerrado, con respecto al que la naturaleza como sistema ecológico global ("Gaia") sólo forma el entorno de la sociedad; pero por un lado, la comunicación intra-societal no se ocupa apenas de las relaciones de intercambio con la naturaleza, y por otro lado, las personas, los actores sociales, no sólo son ciudadanos de comunidades socio-culturales, sino que siempre son seres naturales. Visto de esta manera, es decir, desde un punto de vista antropológico, la naturaleza se nos presenta no sólo como un entorno, sino también al mismo tiempo como un " intra-mundo "; lo que ya se puede ver en el hecho de que todos tenemos un cuerpo, es decir, somos organismos biológicos y por lo tanto debemos ser alimentados, protegidos y cuidados para ser capaces de existir en todo momento.[30] Desde un punto de vista biológico, sólo somos "animales superiores" con capacidades mentales y lingüísticas especiales, pero al mismo tiempo también estamos equipados con "necesidades naturales" que sólo podemos satisfacer materialmente. La forma en que nos ocupamos de nuestros propios cuerpos o de los cuerpos de otras personas puede estar culturalmente modelada o "transformada", pero nuestros cuerpos siguen siendo cuerpos completamente orgánicos, es decir, "cosas naturales", que utilizamos en el trabajo físico (a pesar de contar con la ayuda de todo tipo de tecnología) o con o sobre que utilizamos la violencia (en guerras, castigo corporal o cuando cometemos crímenes violentos). Por último, pero no por ello menos importante,

---

[29] Hay que tener siempre presente que los procesos periódicos (es decir, los que se repiten regularmente) en los ecosistemas deben considerarse como propiedades de los sistemas evolutivos, propensos a las perturbaciones y flexibles que son más variables que los procesos periódicos en los "sistemas conservadores": como en el caso del sistema solar, por ejemplo, en el que los planetas y las lunas siguen sus órbitas muy de cerca, de modo que los eclipses solares y lunares, por ejemplo, pueden predecirse con mucha precisión.

[30] Nos damos cuenta de lo ambigua y vaga que es la relación sistema-entorno cuando, por ejemplo, alguien habla de "su" entorno, por lo que normalmente se refiere a su entorno residencial o medio social. Aquí el interlocutor actúa, por así decirlo, como el "sistema de referencia" al que se refiere todo lo demás que le rodea. Y, en efecto, cada ser vivo ya forma un complejo sistema orgánico para el que todo lo demás pertenece a su entorno. Así que hay - en sentido estricto - tantos ambientes como sistemas de referencia, es decir, innumerables.

necesitamos alimentos, ropa y refugio para nuestra supervivencia física y bienestar; así como los servicios médicos cuando enfermamos, o de higiene física y prevención de la salud para no caer enfermos. De hecho, nuestro cuerpo, nuestra naturalidad, es el centro mismo de la vida social - y esto también se aplica a la ejecución de nuestras comunicaciones, que, incluso cuando usamos tecnologías de comunicación, a la larga permanecen ligadas al cuerpo.[31] Nuestra naturaleza biológica se afirma en todas partes: en el trabajo y la sexualidad, en el deporte, los juegos y la danza, en la procreación y la maternidad.

En otras palabras, los sistemas humanos culturales siempre han estado íntimamente entrelazados con los sistemas naturales ecológicos, porque nosotros mismos "encarnamos" seres naturales ecológicamente integrados. Por lo tanto, es correcto, porque es apropiado para la cuestión, que la teoría de los "sistemas socioecológicos" considere desde el principio las actividades culturales humanas como integradas en el sistema ecológico más amplio de la Tierra (aunque, por razones metodológicas o pragmáticas, a menudo sólo considera las secciones locales o regionales de este ecosistema mundial). Aunque el ecosistema mundial puede ser substructurable (es decir, subsistémicamente diferenciable) en formaciones de sistemas humano-culturales por una parte y ecosistemas "puramente naturales" por otra, que luego interactúan entre sí, en realidad sólo hay *un* sistema socioecológico "universal": El planeta Tierra en su conjunto. ¿Y qué decir de su medio ambiente? Bueno, esto es todo lo que ya se menciona en una conocida canción infantil: "Sol, Luna y Estrellas". Sin embargo, no todo lo que conforma el "espacio" es igualmente relevante para el ecosistema de la Tierra: lo más importante aquí es probablemente el Sol, que da luz a la Tierra; luego está la Luna, que participa en la regulación de las mareas, por ejemplo; por último, también está la radiación cósmica de partículas cargadas eléctricamente, que afortunadamente es reflejada en gran medida por el campo magnético de la Tierra o desviada hacia los polos, donde a menudo aparecen las fascinantes auroras boreales.[32]

También es evidente que casi todos los sistemas (especialmente los del mundo natural) son, en última instancia, *construcciones teóricas*: Lo que realmente percibimos en la naturaleza son siempre sólo interacciones visibles, dependencias, correlaciones, relaciones causales, etc, pero para poder "ver" los sistemas en esta complejidad, debemos construir modelos de sistemas cuyos límites con su entorno sean a menudo difusos o

---

[31] El hecho de que casi todo en la sociedad esté impregnado de lo físico, incluso llevado por él, es algo de lo que llegamos a ser particularmente conscientes de forma dolorosa en "Corona times", ya que tenemos que practicar la "distancia física" entre nosotros y la cercanía física de nuestros semejantes comienza a faltar cada vez más; a la inversa, el cuerpo posiblemente infectado de otra persona también puede convertirse en una amenaza.

[32] En lo que respecta al resto del sistema solar y al espacio de las estrellas fijas: su existencia se basa principalmente en el desarrollo ecológico de la Tierra desde una perspectiva histórica, por ejemplo, cuando un gran meteoro golpea la Tierra (lo que ya ha provocado algunas "grandes extinciones" en el pasado de la Tierra: como la extinción de los dinosaurios al final del período cretáceo hace unos 65 millones de años). Sin embargo, en comparación con la considerable influencia del propio vulcanismo de la Tierra y las edades de hielo, algunas de las cuales fueron causadas por la órbita de la Tierra, las demás influencias de los confines del espacio en la historia de la Tierra pueden describirse como marginales o sutiles. En conjunto, puede decirse que la "nave espacial Tierra" forma un sistema en gran parte cerrado que apenas o rara vez se ve afectado por el resto del universo extrasolar.

fluidos: En el caso de un oasis aislado en el desierto, sigue siendo relativamente fácil de entender como un sistema delimitado para el desierto; pero incluso en el caso del Mar de Wadden o de un atolón, esa delimitación para el mar abierto no es tan fácil de lograr; y ciertamente no en el caso de la selva tropical, que se esparce por todas partes en sus límites, de modo que no es posible decir exactamente dónde comienza y dónde termina.[33] ¿Y a partir de cuántos árboles y a qué distancia entre ellos comienza realmente el ecosistema de un bosque? Por supuesto, la demarcación científica de un ecosistema de su entorno no es arbitraria ni aleatoria, sino que siempre se basa en ciertos criterios (es decir, según ciertos indicadores empíricos, definiciones generales y aspectos pragmáticos), pero en última instancia tenemos que trazar una línea más o menos clara en algún lugar para llegar a un "sistema" cuyo comportamiento podemos entonces analizar. Si hemos hecho correctamente la delimitación de nuestro sistema (o si es demasiado amplia o demasiado estrecha), esto básicamente sólo se revela en la práctica, es decir, por el éxito de nuestras predicciones basadas en modelos sobre su desarrollo o también por el éxito de nuestras intervenciones en el sistema, si todo se desarrolla exactamente como lo habíamos previsto. Y después de todo, la idoneidad de un modelo de sistema particular no sólo se refiere a la correcta delimitación espacial del sistema, sino también a haber captado todos los factores pertinentes (todos los parámetros y variables) para que podamos llegar a una imagen completa del contexto del presunto sistema.[34] Como es práctica común en la ciencia (natural), el criterio del éxito ha sustituido al criterio de la verdad: Nadie puede decir cómo es la naturaleza en sí misma, por lo que confiamos en la plausibilidad de nuestras premisas teóricas y en el éxito de nuestras expectativas experimentales y de la modelización asistida por ordenador.[35] Los modelos climáticos del IPCC (el "Grupo Internacional de Expertos sobre el Cambio Climático") son un buen ejemplo de ello. Sin embargo, esto ya se aplicó a los primeros escenarios futuros de los informes del "Club de Roma".

Si se piensa en la teoría de los sistemas socio-ecológicos hasta el final, entonces la relación original sistema-entorno se transforma en una *relación mundial* integral en la que el hombre puede o debe considerarse a sí mismo como un sujeto que actúa culturalmente y al mismo tiempo como un "objeto" (más precisamente: como un componente) de la naturaleza: es más un actor dentro de la naturaleza que su dueño y transformador (aunque naturalmente ya intenta transformar y explotar la naturaleza según

---

[33] La delimitación sistema-entorno sigue teniendo más éxito cuando se trata de estructuras que también hemos construido nosotros mismos como realidades "de abajo arriba": por ejemplo, en empresas, grupos sociales o instituciones políticas que se basan en una delimitación clara y arbitraria entre la organización interna ("internal milieu") y el medio externo ("external milieu"). En realidad, esas demarcaciones funcionalmente inequívocas sólo se encuentran en la naturaleza cuando un ser vivo ha auto-organizado una membrana celular (como en el caso de un organismo unicelular) o una piel exterior (como en el caso de los seres humanos) de manera que se demarca *activamente* de su entorno para hacerse "autónomo" (aunque no sea autosuficiente). Sin embargo, no encontramos tal "membrana" auto-organizada en los ecosistemas.

[34] Esto puede ser bastante difícil, considerando que, por ejemplo, la mayoría de las bacterias del suelo aún no se conocen. Tampoco entendemos aún todos los mecanismos que impulsan los sistemas de circulación en la atmósfera o en los océanos. Y las cadenas alimenticias terrestres y marinas no han sido de ninguna manera completamente exploradas.

[35] Si, por ejemplo, un experimento de laboratorio da un buen resultado que confirma las suposiciones teóricas, no se dice "Es cierto", sino más modestamente "Funciona".

sus intereses). En todo caso, no debe ser un adversario de la naturaleza, porque por último (como todo lo demás) está sujeto a sus leyes. Y esto también se aplica a su evolución mental y moral, que al final siempre tiene que estar orientada y demostrada por hechos empíricos: para los seres sensitivos como nosotros, por ejemplo, ni siquiera la ética puede evitar hacer de nuestra necesidad física, nuestra vulnerabilidad y mortalidad un punto de partida esencial para todas las consideraciones morales. Y esto incluye también nuestra relación moral con los "prójimos" no humanos, los animales y tal vez incluso las plantas, en la medida en que éstos también tienen derecho a nuestro respeto debido a su sensibilidad física al dolor. Así pues, una consideración socio-ecológica de la realidad global también tendrá que tener en cuenta la dimensión ética de los animales y de la naturaleza, lo que significa que la filosofía también pertenece al "entorno interdisciplinario" de la teoría SSE. Para tratar con la naturaleza que siempre contiene un componente ético, aunque sólo se trate de conservar los recursos naturales. En el contexto de un *mundo*, todo es básicamente igual de importante y de valor - pero nada es indiferente o superfluo.[36]

En otras palabras, el hombre es sólo un único eslabón en la extremadamente ramificada "cadena de seres" - y no puede separarse de ella ni elevarse por encima de ella (aunque algunas religiones e ideologías quieran decírnoslo). Por lo tanto, la historia de la humanidad es sólo un momento dentro de la "gran historia" planetaria, que también tiene en cuenta los aspectos geológicos (por ejemplo, la tectónica de placas y la formación de rocas) y la evolución del clima para reconstruir el desarrollo gradual de la humanidad desde una "perspectiva global". Así pues, aunque los representantes de la teoría de los sistemas socioecológicos comparen ocasionalmente la esfera cultural humana con la esfera natural en su modelización, ya que a los seres humanos con sus necesidades especiales les gusta enfrentarse a la naturaleza, esto no cambia el hecho de que el enfoque socioecológico es un enfoque de sistemas fundamentalmente global (a pesar de todas las diferencias locales o regionales en ciertas cuestiones prácticas).

Como es de esperar, existen numerosas definiciones de los sistemas socioecológicos (SSE), de las cuales sólo se menciona aquí la que tal vez sea la más compleja, sobre todo porque incluye muchos de los aspectos de dichos sistemas que se han examinado anteriormente: De acuerdo con esta definición, los SSE abarcan "sistemas adaptativos complejos con características clave como:1) procesos biogeofísicos y socioculturales integrados, 2) autoorganización, 3) dinámicas no lineales e impredecibles, 4) retroalimentación entre procesos sociales y ecológicos, 5) comportamiento cambiante en el espacio (límites espaciales) y en el tiempo (límites temporales), 6) efectos de comportamiento heredados con resultados en escalas de tiempo muy diferentes, 7)

[36] Incluso entonces, si se adopta una postura firmemente "antropocéntrica" con respecto a la naturaleza, es decir, si se juzga a todos los seres de la naturaleza según su valor para el hombre, sin atribuirles un valor intrínseco especial, incluso entonces los "deberes contra sí mismos" directos (primarios) (como dice Immanuel Kant) requieren la observancia de los "deberes contra la naturaleza" indirectos (o secundarios), ya que la destrucción de la naturaleza incluye también la destrucción del hombre. Además, el maltrato animal sensible al dolor también va en detrimento de la "moralidad general" (Kant).

propiedades emergentes, y 8) la imposibilidad de extrapolar la información de un SSE a otro" (Delgado-Serrano et al. 2015).[37]

Desde los años noventa, se han desarrollado numerosos enfoques de SSE que no se presentarán en detalle aquí, aunque destacan y analizan aspectos muy diferentes de SSE. G. S. Cumming (2014), que es uno de los primeros y más importantes representantes del enfoque del SSE, ha propuesto una clasificación de los diferentes marcos del SSE en cinco categorías, que pueden ser útiles para obtener una cierta visión general. Distingue "1) marcos orientados a las hipótesis; 2) marcos orientados a la evaluación; 3) marcos orientados a la acción; 4) marcos orientados a los problemas; y 5) marcos orientados a la teoría".

Junto con Cumming, deberíamos estar particularmente interesados en los "marcos orientados a la teoría", que según Cumming deberían satisfacer siete "criterios de evaluación". Debido a su importancia, estos criterios serán citados aquí en su totalidad (Cumming 2014):

1. Núcleo socio-ecológico: un marco de trabajo puede tener sus orígenes en las ciencias sociales o en las ecológicas, pero debe proporcionar una forma clara de vincular los sistemas sociales y ecológicos y ser fuerte en ambas disciplinas. Los marcos que se ocupan principalmente de las economías y afirman ser interdisciplinarios porque mencionan los bienes y servicios de los ecosistemas, o los marcos creados para los ecosistemas que incluyen indirectamente a los generadores antropógenos de cambio de hábitat, no se ajustan a este criterio. También excluye los marcos conceptuales que ofrecen formas generales de pensar sobre el mundo, como la teoría integral, pero no hacen afirmaciones específicas sobre las relaciones socioecológicas.
2. Apoyo empírico y modos de interpretación: los marcos que pretenden ser científicos, por muy elegantes que sean, deben estar respaldados por estudios empíricos rigurosos. Los análisis, los resultados y las conclusiones deben enmarcarse de manera que sean repetibles, al menos en principio, y lo ideal es que diferentes científicos lleguen a las mismas conclusiones de manera independiente. El criterio de apoyo empírico incluye también el criterio de falsificación de Popper; en principio debería ser posible encontrar contra-ejemplos o refutar las afirmaciones empíricas. Asimismo, los marcos deberían incluir modos de interpretación que permitan conectar la teoría con las observaciones empíricas, y viceversa. La teoría debe proporcionar una forma de distinguir entre las observaciones significativas e irrelevantes; y, a la inversa, la observación debe proporcionar una forma de distinguir entre las teorías significativas e irrelevantes. Esto no es posible si las predicciones de una teoría no pueden enmarcarse en términos de hipótesis contrastables.
3. Mecanismos: los marcos deben ofrecer una visión de la causalidad. Idealmente deberían basarse en los primeros principios, o al menos en observaciones aceptadas, y deberían ofrecer declaraciones claras de causa y efecto. Los marcos de trabajo para los SSEs también deben ofrecer explicaciones para los complejos comportamientos observados en los SSEs del mundo real. Las descripciones de los sistemas por sí solas, ya sea de los elementos del sistema o de los comportamientos del sistema, no proporcionan un marco completo.
4. Dinámica espacio-temporal: los marcos deberían tratar los aspectos dinámicos de los SSEs y la naturaleza del cambio a través del tiempo, así como la naturaleza espacial de los SSEs y la variación espacial.

[37] O desde una perspectiva ligeramente diferente: "Los ecosistemas y los sistemas sociales se caracterizan por controles y umbrales ascendentes y descendentes, escalas múltiples y dinámicas no lineales. (Cumming/Allen 2017: 1712) Por lo tanto, se necesitan ambos: la "vista desde abajo" y la "vista desde arriba", porque en los sistemas complejos las estructuras jerárquicas y heterárquicas siempre juegan juntas, de modo que se produce una "autoorganización" en el sentido de una interacción "entre proceso y estructura".

5. Contexto disciplinario: los marcos deben relacionarse con los anteriores e, idealmente, deben poder explicar sus debilidades y/o incorporar sus puntos fuertes. En una disciplina como la física, por ejemplo, la teoría de la relatividad se basa en la física newtoniana y la amplía en lugar de descartarla o ignorarla. Desde mi punto de vista subjetivo, el estudio de las ciencias sociales ha sufrido un exceso de desarrollo aislado de marcos de trabajo con muy poca síntesis entre marcos de trabajo y demasiada ignorancia de las ideas precedentes.

6. Interdisciplinariedad y transdisciplinariedad: se basa en el criterio precedente del contexto disciplinario, pero más ampliamente. Los marcos de los SSEs deben ser capaces de hacer frente y ofrecer conexiones entre perspectivas complementarias y epistemologías diferentes.

7. Dirección: los marcos deberían proporcionar indicaciones para el estudio de los SSEs, sugiriendo o guiando nuevos estudios empíricos que hagan avanzar nuestra comprensión teórica de los SSEs.

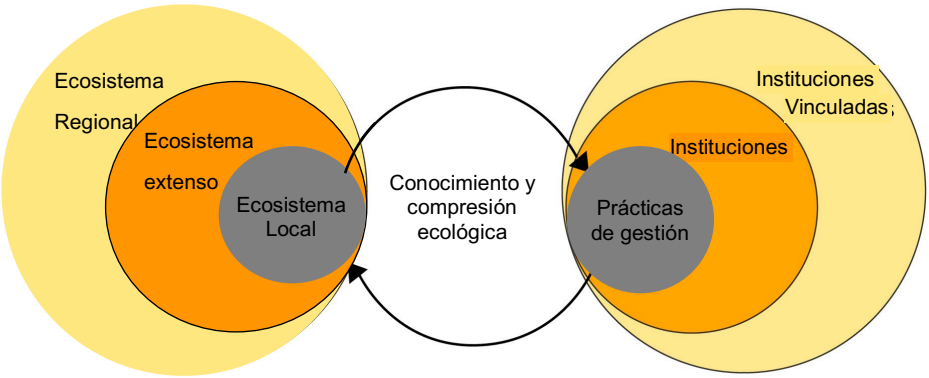
En general, un "marco" puede entenderse como una "familia de modelos" que "no depende necesariamente de la lógica deductiva para conectar diferentes ideas (es decir, no tiene que presentar un único argumento en el que las conclusiones se deriven de las premisas)". Por ejemplo, ese "marco" puede considerar los SSEs como sistemas interactivos de los seres humanos y la naturaleza, con diferentes submódulos centrados principalmente en los aspectos sociales de los SSEs, como la toma de decisiones en las redes sociales. En sentido estricto, los "marcos" son siempre "esquemas metateóricos que facilitan la organización del diagnóstico, el análisis y la prescripción". Esos marcos se relacionan con diferentes objetivos y nunca son "correctos" o "incorrectos". En este sentido, se asemejan a visiones del mundo que tampoco pueden ser "verdaderas" o "falsas", ya que son los primeros en establecer los criterios de evaluación de las afirmaciones. Esto significa que los "marcos" siempre definen las condiciones epistemológicas en las que, en principio, se puede observar y analizar el SSEs.

Ninguna de las teorías existentes de SSEs cumplen con los siete criterios, por lo que Cumming afirma: "El desarrollo de un marco teórico más fuerte sigue siendo un objetivo importante para la teoría de SSEs" o "aún carecemos de un cuerpo cohesivo de la teoría de SSEs". Especialmente en lo que respecta a su epistemología, las teorías centrales de SSEs suelen diferir sustancialmente, ya que reflejan sus propios supuestos epistémicos de diferentes maneras, es decir, son conscientes de su propia condicionalidad en distinto grado. En este caso, a menudo se pone de manifiesto cierta ingenuidad al seguir el enfoque elegido, es decir, una falta de autorreflexión. Se presta muy poca atención a "los procesos por los que se toman las decisiones que influyen directamente en sus resultados". Según Cumming, el desarrollo de una teoría más coherente depende en particular de que se realicen nuevos progresos en los tres aspectos siguientes: "(1) la elaboración de mejores normas y formas más eficaces de evaluar la calidad de la investigación de las ciencias sociales y económicas, aumentando el rigor de los análisis de dichas ciencias; (2) la creación de vínculos más claros de lo específico a lo general, con estudios de casos que contribuyan de manera más evidente al avance teórico; y (3) la elaboración de mejores modos de interpretación que utilicen construcciones teóricas para generar recomendaciones basadas en pruebas para las intervenciones socioecológicas que mejoren los aspectos deseables de la resistencia socioecológica". Una de las peculiaridades de los sistemas sociales como componentes de los SSEs es que no sólo los supuestos sobre la naturaleza y la delimitación de un SSEs desempeñan un papel en su análisis, sino que también los resultados de cada análisis de SSE tienen un impacto en la opinión del analista de SSE, de modo que cualquier análisis apropiado de SSE debe

implicar siempre también un análisis de los supuestos realizados (un "autoanálisis", por así decirlo). Por consiguiente, no se trata sólo del desarrollo y la aplicación de fórmulas matemáticas para la descripción de los fenómenos naturales de SSE, sino también de la propia imagen metodológica del científico de SSE, que está influenciada por ciertos intereses. Por lo tanto, Cumming dice con razón: "Más bien, debido a lo 'social' del SSE, tendrán que tener en cuenta las propiedades únicas de los sistemas sociales y la inevitable subjetividad que implica el análisis de sí mismos". Es aquí donde también se pone de manifiesto lo que hemos analizado anteriormente bajo el término "constructivismo" con respecto a la construcción de "sistemas sociales-ecológicos": La recopilación empírica de datos objetivos y su incorporación a determinados modelos epistémicos y pragmáticos siempre vincula la objetividad con la subjetividad, en la medida en que no puede haber una descripción y explicación "desinteresada" de la relación entre los sistemas sociales y ecológicos. Nuestros intereses prácticos hacia la naturaleza siempre influyen en nuestra visión teórica de ella.

Sin embargo, cualquiera que sea el enfoque que se prefiera, siempre hay que tener en cuenta que el "conocimiento y la comprensión de la ecología" es un vínculo fundamental entre los ecosistemas complejos y dinámicos, por un lado, y las prácticas de gestión adaptativa y las instituciones públicas y las redes sociales, por otro; como han propuesto Colding y Barthel (2019):

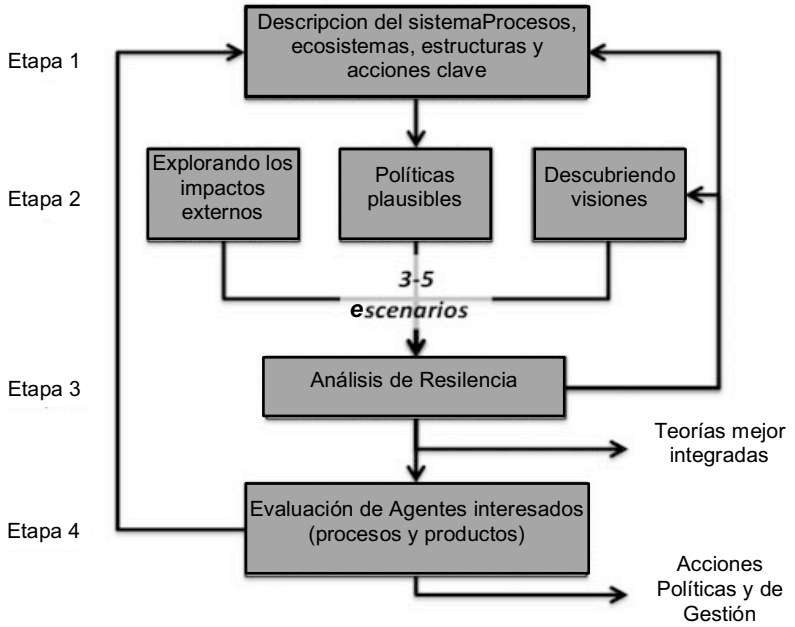
Figura 1. Conocimiento y comprensión ecológicos



Fuente: este esquema es una modificación de un esquema de Folke & Berkes 1998

Los marcos de los SSEs pueden tener una estructura muy compleja y su aplicación práctica puede implicar numerosas fases de trabajo. Esto se demuestra con el ejemplo de un enfoque de SES orientado a los problemas:

Figura 2. Ejemplo de un marco orientado a la solución de problemas: análisis de la capacidad de recuperación



Fuente: Walker & al. (2002)

Y éste sigue siendo un ejemplo relativamente sencillo, ya que aquí sólo se muestran esquemáticamente los factores y pasos de proceso más importantes con respecto al aspecto especial de la resiliencia. Cualquier teoría profunda del SSE que se esfuerce por incluir todos los factores pertinentes tendrá que tener en cuenta numerosas variables cuya evaluación y vinculación no es nada fácil, especialmente cuando se trata de realizar estudios empíricos y formular y aplicar decisiones (medidas) de gestión. A continuación se enumeran al menos las más importantes de esas variables (o factores) (según el Partelow 2018: 36):

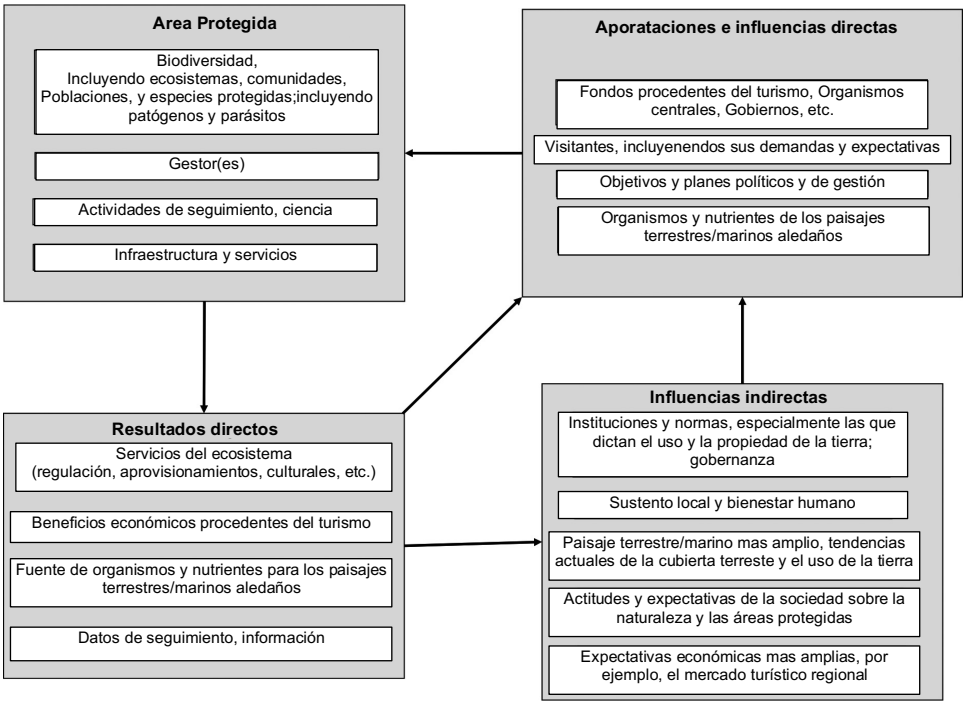
- Reglas de selección operativas
- Sistemas de derechos de propiedad
- Normas, confianza, capital social
- Historia o experiencias pasadas
- Organizaciones gubernamentales
- Valor económico
- Distribución espacial y temporal
- Previsibilidad de la dinámica de los sistemas
- ONGs
- Tecnologías disponibles
- Actividades de inversión

- Tendencias demográficas
- Patrones climáticos
- Patrones de contaminación
- Actividades auto-organizadas
- Actividades de presión

Aunque esta lista es sólo una selección, pretende dar una idea del gran número de variables que hay que considerar; a lo que hay que añadir la complejidad de la interconexión y las interdependencias de todas estas variables del SSE. Será difícil evitar ciertas simplificaciones de tipo modelo en el sentido de una "reducción de la complejidad real"; del mismo modo que van acompañadas de la aplicación de medidas concretas por las que la relación entre el hombre y la naturaleza debe ser "regulada". Sin embargo, la naturaleza rara vez perdona esas simplificaciones, ya que siempre están presentes y son eficaces en su conjunto con todos sus detalles al mismo tiempo. Por consiguiente, Turner y otros afirman con razón: En la práctica, hay que tener en cuenta "cuatro elementos generalmente comunes de las intervenciones humanas", que pueden tener efectos negativos: concretamente "la simplificación, la reducción de la variabilidad natural, la fragmentación y la pérdida de procesos contiguos, y la introducción de límites estrictos" (Turner y otros, 2001).

Esto es especialmente válido si se van a establecer ciertas "áreas protegidas" dentro de la ecósfera: "Por ejemplo, en el contexto de las áreas protegidas, las personas pueden reducir la diversidad de los hibitats, cosechar animales o plantas [...] o construir vallas que limiten el movimiento y la expansión de la población". Esto puede tener consecuencias muy drásticas: "A medida que los ecosistemas responden a la intervención y al uso por parte de las personas, a menudo hacen cosas inesperadas; por ejemplo, se producen brotes de plagas e incendios extraordinariamente grandes, se pierden los bosques o los lagos poco profundos pasan a estar dominados por algas tóxicas". (Cumming/Allen 2017: 1710) Todos estos peligros plantean grandes desafíos a las teorías de SSE, con tres cuestiones en particular que las teorías de SSEs tienen que abordar: "Tienen que incluir: 1) una mayor atención a la resiliencia y sostenibilidad de las áreas protegidas y los paisajes en los que se encuentran; 2) una mayor consideración de la relevancia del contexto y la escala espacial para las áreas protegidas y los servicios de los ecosistemas que éstas proporcionan; y 3) esfuerzos para reformular lo que son las áreas protegidas y cómo ambas definen y están definidas por las relaciones de las personas y la naturaleza". (Cumming/Allen 2017: 1710). Los autores citados presentan un esquema para ello, en el que se presentan las retroalimentaciones socio-ecológicas entre las intervenciones humanas y las reacciones en un área protegida:

Figura 3. Una perspectiva sistémica de las repercusiones sociales y ecológicas de la ordenación de las zonas protegidas



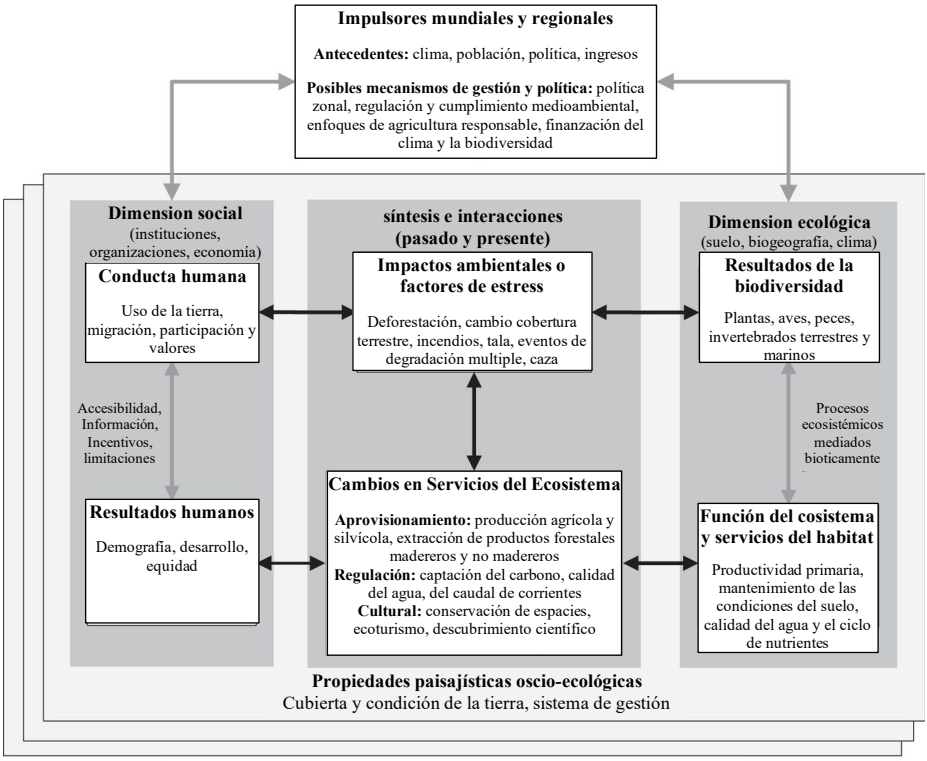
Fuente: Cumming & Allen 2017, p. 1711

Además de las interacciones y retroalimentaciones que se producen dentro de las zonas protegidas, sus resultados directos tienen efectos adicionales que posteriormente influyen tanto en su dinámica interna como en sus resultados futuros.

Fue sobre todo la creciente conciencia de la complejidad de los posibles impactos en los ecosistemas, cuya previsibilidad es muy limitada, lo que puso en primer plano la teoría del SSE. El enfoque del SSE ha llevado a un verdadero cambio de perspectiva o paradigma en el pensamiento ecológico y especialmente en la gestión de las "áreas protegidas": "El cambio de pensamiento que suponen los enfoques de los SSEs es alejarse de los esfuerzos por optimizar la producción y acercarse a formas menos 'eficientes' pero, en última instancia, más resilientes y sostenibles para lograr la conservación y los objetivos socioeconómicos". (Cumming/Allen 2017: 1711)

Si ahora se trata de determinar los componentes centrales del SSE, llegamos al siguiente esquema, en el que se muestra, por ejemplo, lo estrechamente y al mismo tiempo complejamente ligada que está la "dimensión social" a la "dimensión ecológica" (aunque este esquema se haya desarrollado principalmente para la "evaluación ecológica" del uso de la tierra en las regiones tropicales de la Amazonia):

Figura 4. Múltiples escalas de interacción



Fuente: Cita de Gardner & al. 2013

En conclusión, se resumirán los desafíos más importantes a los que debe hacer frente toda teoría de SSE y que, en caso de éxito, marcan también los éxitos de aprendizaje que son indispensables en términos teóricos *y* prácticos para poder gestionar adecuadamente los sistemas socioecológicos:

"Algunos de los aspectos que nos parecen de máxima prioridad son: 1) desarrollar y trabajar con conjuntos de datos espaciales, como atlas y datos de teleobservación, para comprender mejor la dinámica espacial y el papel de la heterogeneidad dentro de las áreas protegidas; 2) desarrollar un mejor marco general para facilitar o dirigir las interacciones de las áreas protegidas con sus paisajes circundantes, incluidos los efectos indirectos tanto ecológicos como socioeconómicos; 3) aprender a alinear los procesos ecológicos, sociales y económicos y sus interacciones, especialmente cuando se producen desajustes espaciales, temporales o funcionales entre niveles (. ..) son posibles; y 4) desarrollar una mejor comprensión de cuándo las retroalimentaciones entre los elementos del sistema social y ecológico son importantes y cuándo pueden ser ignoradas en gran medida". (Cumming/Allen 2017: 1713)

La intención de este capítulo era señalar al lector (no sólo a los jóvenes) exactamente estos requisitos y hacerlos accesibles: El objetivo es transmitir a la gente de hoy en día el "pensamiento sistémico", que es de suma importancia en casi todas partes, pero especialmente en los contextos socio-ecológicos. Sobre todo, el tratamiento de la complejidad y la comprensión de los procesos no lineales son esenciales para establecer un "nuevo contrato" con la naturaleza y hacer posible un futuro digno de ser vivido por todos los seres vivos de este planeta.

6.2. Indicadores Sistemáticos

6.2.1. Formación organizada a través de la educación juvenil

" Así que vamos a plantar un manzano. Ha llegado el momento "

Hoimar v. Dithfurth

" La educación de los jóvenes se caracteriza por sus instituciones, por su historia, por los jóvenes y por el aprendizaje a lo largo de toda la vida. La idea tradicional de dos fases de la vida, que coinciden exclusiva y separadamente con la adquisición o la aplicación de la educación, es sustituida por la idea de que el aprendizaje organizado no puede limitarse a una fase educativa al comienzo de la vida. (Deutscher Bildungsrat, 1973) ¿No pueden los cambios en el medio ambiente natural hacer posible también el aprendizaje continuo? Aquí hay que distinguir primero que la situación de vida y la experiencia son muy diferentes a las de los niños, en el sentido de la mediación, y que es necesario el autoaprendizaje. Por lo tanto, hay que examinar los requisitos previos y orientarlos a lo que los jóvenes traen consigo. (Tietgens, 1979: 25) O como ha dicho Horst Siebert: " El joven debe ser capaz de determinar por sí mismo el propósito para el que aprende ".

En este sentido, la educación de jóvenes requiere en primer lugar la comprensión de la interpretación implícita de las sociedades en términos de una crisis ambiental y está estrechamente vinculada al desarrollo histórico. Los objetivos deben considerarse dependientes de los intereses sociales, pero las condiciones sociales pueden cambiar. "Por lo tanto, uno puede atreverse a decir que los esfuerzos de aprendizaje y logro en la estructura liberadora pueden cumplir una función en cada área de aprendizaje que promueva la democratización - y viceversa, que la estructura autoritaria de aprendizaje y reconocimiento puede apoyar nuevamente la tendencia tecnocrática en todas las áreas de la actividad educativa, especialmente en la educación de los jóvenes" (Strzelewicz, 1979: 134 y ss.) Los enfoques tecnocráticos y liberadores son relevantes para la educación ecológica de los jóvenes. La cuestión aquí es cómo estos enfoques se relacionan con la superación de la crisis ecológica. (Brumlik 1983: 406) Sin embargo, en este ámbito se habla más de objetivos formativos que de objetivos educativos. "La educación de los jóvenes se caracteriza por sus instituciones, por su historia, por los jóvenes y por el aprendizaje a lo largo de toda la vida. La idea tradicional de dos fases de la vida, que coinciden exclusiva y separadamente, con la adquisición o la aplicación de la educación,

es sustituida por la opinión de que el aprendizaje organizado no puede limitarse a una fase educativa al comienzo de la vida". (Siebert, 1972: 76)

Siebert (1972) encuentra tres formas de justificación:

- la derivación de las disciplinas científicas,
- el análisis empírico de las situaciones de uso y
- un análisis de las necesidades de los destinatarios. (Siebert 1972: 76)

Estos objetivos no pueden definirse científicamente, sino que deben negociarse en un proceso de comunicación social, en el marco de las respectivas condiciones históricas y sociales. En base a este análisis de antecedentes, debe considerarse la tarea de la ciencia de participar en la discusión. Esto significa que aunque los objetivos se derivan de la disciplina científica, no pueden establecerse de manera absoluta. Más bien deben considerarse como una contribución a un discurso social en el que deben participar al menos los profesores y los encargados de la educación de los jóvenes.

Tres aspectos de la ecología son significativos en este caso:

- el científico, que incluye sobre todo hechos concretos, es decir, conocimientos técnico-biológicos.
- el filosófico, que aborda cuestiones estéticas y éticas
- el político.

Coloca a la sociedad humana en el centro de la relación hombre-naturaleza. "La ecología puede definirse como la ciencia de las interacciones entre diferentes organismos, entre los organismos y los factores ambientales que actúan sobre ellos, y entre los diferentes factores ambientales. Los organismos se definen aquí como microorganismos, plantas, animales y seres humanos" (Bick, 1987: 16 y ss.) La naturaleza se considera un sistema de apoyo a la vida para los seres humanos; los seres humanos también forman parte de la naturaleza. La ecología como ciencia biológica representa sistemáticamente a la naturaleza. (Odum, 1991: 43)

Se pueden distinguir diferentes principios:

- El primero es la estructura jerárquica, es decir, una secuencia de unidades funcionales. En la jerarquía ecológica se pueden distinguir los organismos, la población, la biocoenosis, el ecosistema, el paisaje asi como el bioma, la región biogeográfica y la biosfera.
- El segundo principio es la integración funcional y significa que cada nivel de la jerarquía influye en los niveles adyacentes. (Odum, 1991: 43)
- El tercer principio es la homeostasis. Los mecanismos homeostáticos son el equilibrio, las fuerzas y los bucles de control.

Con esto queremos dejar claro como nuestra posición, que una discusión sobre la ecología ante la crisis ambiental no debe contentarse con desarrollos tecnológicos o descripciones de daños, es decir, que en el sentido de una ilustración crítica una "discusión fundamental sobre la crisis de orientación del progreso" es necesaria para la búsqueda de un nuevo orden económico y social en el sentido más amplio. (Altner 1982: 16) En este caso, esto significa que se trata, en particular, de la participación del individuo y su capacidad para hacerlo, pero también del cuestionamiento de las estructuras sociales. Así pues, el concepto de ecología está determinado aquí por la descripción del medio ambiente por parte del hombre, por la evaluación del medio ambiente por parte del hombre y por las acciones del hombre en el medio ambiente.

6.2.2. Indicadores para un desarrollo sostenible

La educación de los jóvenes es, por lo tanto, la primera etapa. La segunda es cómo sortear los indicadores de los paisajes de producción socio-ecológica. Estos deben ser introducidos en el sentido de un aprendizaje organizado, que no puede limitarse a una fase educativa al principio de la vida, sobre los problemas económicos y ecológicos.

El concepto de desarrollo sostenible es la visión central para el futuro de la humanidad en el siglo XXI. Sobre la base del Informe Brundtland y el Convenio de Río de 1992 (Programa 21), el concepto de desarrollo sostenible ha adquirido ahora una gran importancia internacional. Por la responsabilidad de las condiciones materiales y sociales de vida de las generaciones futuras, las preocupaciones económicas, ecológicas y sociales deben tenerse en cuenta por igual en los procesos de toma de decisiones sociales. La agricultura tiene una importancia excepcional en el marco del desarrollo sostenible mundial, porque asegurar el suministro de alimentos, preservar la diversidad biológica y proteger los recursos naturales como el suelo, el agua y el aire es inconcebible sin tener en cuenta la agricultura. Ningún otro sector de la economía está tan estrechamente vinculado a los tres aspectos de la sostenibilidad.

El debate sobre las diversas facetas del desarrollo sostenible en la agricultura ha cambiado significativamente en los últimos años. El punto de partida fue inicialmente un análisis y descripción exhaustivos de la situación, haciendo hincapié principalmente en la protección de los recursos y la biodiversidad. Además, ha habido un intenso debate sobre la definición supuestamente mejor de agricultura sostenible, pero si se quiere que la sostenibilidad sea algo más que un concepto éticamente exigente, es necesario encontrar los llamados indicadores para evaluar los diversos aspectos del desarrollo sostenible. La selección de indicadores es de suma importancia por dos razones. Por una parte, deben identificarse unidades de medida apropiadas para poder comparar el desarrollo sostenible en el marco nacional e internacional como base para acuerdos en el ámbito económico pero también en el ambiental. Por otra parte, los indicadores son un requisito previo absolutamente necesario para el desarrollo sostenible a nivel nacional e internacional. Por ello, en los últimos años ha habido numerosos intentos de establecer parámetros adecuados para evaluar el desarrollo sostenible en diversos contextos económicos o sociales. Además de las publicaciones en la literatura científica, hay una serie de

propuestas de indicadores individuales o conceptos de indicadores globales a nivel de organizaciones nacionales e internacionales (Naciones Unidas, FAO, Comisión de Desarrollo Sostenible, Agencia Federal de Medio Ambiente, etc.) que se relacionan con la calidad del medio ambiente, la producción agrícola o el uso de la tierra.

El presente estudio tiene, pues, los siguientes objetivos:

- Documentación del estado actual sobre el debate relativo a la evaluación del desarrollo sostenible en los sistemas socioecológicos.
- Evaluación crítica de los indicadores individuales propuestos en cuanto a su relevancia, validación metodológica, posibilidades de modelización y capacidad de valor límite.
- Elaboración de una propuesta de sistematización y mejora de los conceptos de los indicadores.

6.2.3. Indicadores para escenarios de producción socio-ecológica

El uso de esos indicadores se presta a una visión general, ya que son una herramienta clave. En este caso, con la ayuda de los métodos ensayados, los individuos y las comunidades pueden aumentar su capacidad de responder a los problemas sociales. Pueden abordar sus limitaciones económicas y ambientales para mejorar dichas condiciones. De esta manera, se puede aumentar la resiliencia social y ambiental. En última instancia, esto puede conducir al progreso hacia una sociedad que esté en armonía con la naturaleza.

El enfoque aquí se centra en los "talleres de evaluación participativa". Estos incluyen:

- Discusión
- Un procedimiento de evaluación para el conjunto de veinte indicadores

Para el aprovechamiento de indicadores pasados, deben destacarse ciertos aspectos del proceso de evaluación a fin de comprender el significado y el propósito de los indicadores. Por consiguiente, se examinan aquí dos conceptos básicos:

1. “Escenarios de producción socio-ecológica".
2. " Resiliencia".

6.2.4. Producción socio-orgánica

Los seres humanos han influido en la mayoría de los ecosistemas de la Tierra mediante actividades productivas como la agricultura. Estas influencias humanas suelen considerarse perjudiciales para el medio ambiente, pero muchas de esas interacciones entre el hombre y la naturaleza son beneficiosas para la conservación de la biodiversidad.

"En todo el mundo, los esfuerzos realizados por las comunidades locales durante muchos años para adaptarse al medio ambiente circundante han creado paisajes terrestres y marítimos únicos y sostenibles que han proporcionado a las personas bienes como alimentos y combustible, y servicios como la purificación del agua y los suelos fértiles, al tiempo que albergan una diversidad de especies animales y vegetales. Esos paisajes terrestres y marinos son sumamente diversos debido a sus singulares condiciones locales, climáticas, geográficas, culturales y socioeconómicas. Sin embargo, se caracterizan comúnmente como mosaicos bioculturales dinámicos de hábitats y usos terrestres y marinos en los que la interacción humana con el paisaje incrementa la biodiversidad y proporciona a las personas los bienes y servicios necesarios para su bienestar". (UNU-IAS, 2014: 2)

Se llaman "escenarios de producción socio-ecológica" (SEPLS en inglés). Están diseñados para garantizar la biodiversidad y proporcionar a las comunidades locales de todo el mundo los servicios del ecosistema.

"El reciente y rápido crecimiento de la demanda humana de alimentos y otros bienes y los cambios en los sistemas socioeconómicos debidos a la industrialización, la urbanización y la globalización han transformado diversos sectores productivos en sistemas más complejos que requieren un uso intensivo de insumos externos como abonos químicos, plaguicidas y herbicidas. Estos impactos pueden medirse en términos de una pérdida de resiliencia y sostenibilidad en las áreas productivas, hasta el punto de que amenazan el bienestar humano debido a la degradación de los recursos naturales y la reducción de los servicios del ecosistema. (UNU-IAS, 2014: 2)

6.2.5. Resiliencia

Además de los efectos de las catástrofes, es decir, los fenómenos meteorológicos extremos, mediante incendios forestales, sequías y desórdenes de corta duración, los ecosistemas se ven afectados por cambios relativamente graduales pero continuos en el clima y las prácticas e instituciones socioculturales. Los sistemas socioecológicos varían de tal manera que las personas o las comunidades pueden resistir o recuperarse de los daños causados a los ecosistemas. Esta capacidad de esos sistemas es lo que conocemos como "resiliencia". De esta manera, los sistemas pueden desempeñar una función decisiva para asegurar los servicios de los ecosistemas a largo plazo y los sistemas de producción sostenible que benefician a las comunidades locales y contribuyen a los objetivos mundiales de desarrollo sostenible.

El fortalecimiento de la resiliencia de las SEPLS a través de las comunidades locales asegura la supervivencia a largo plazo de las SEPLS gestionadas por la comunidad. La gestión y el uso apropiados de los recursos naturales y la biodiversidad los definen como sistemas resilientes. No obstante, numerosas comunidades se enfrentan a retos cada vez mayores de cara a conservar estos paisajes y procesos sociales y ambientales que los sustenten. Teniendo en cuenta los rápidos y a menudo interrelacionados cambios en los sistemas socioeconómicos, puesto que éstos se ven acelerados por el creciente cambio

climático y la degradación de los ecosistemas. Las comunidades son las principales administradoras de los procesos y recursos, y deben fortalecer las prácticas e instituciones de gestión existentes e innovar. Ello se debe a que deben adaptarse a esos cambios y, al mismo tiempo, restaurar o fortalecer la capacidad de recuperación social y ambiental de los paisajes terrestres y marinos.

La capacidad de recuperación de la SEPLS es producto de los sistemas ecológicos, sociales, culturales y económicos que están interconectados dinámicamente de manera sinérgica. La mejora de los servicios del ecosistema puede, por ejemplo, requerir la introducción de nuevos métodos de gestión de los recursos naturales o de nuevos tipos de cultivos, animales y diversidad de especies afines. Una mayor sostenibilidad de los agroecosistemas puede requerir también que se aborden cuestiones de acceso y equidad, como el apoyo al papel de la mujer en la selección, producción y comercialización de los cultivos.

Cuando hablamos de sistemas sociales y ambientales interdependientes, estos requieren la capacidad de aceptar y manejar la complejidad y una constante adaptación. Esto está relacionado con las comunidades rurales que dependen de una amplia gama de funciones con productos y servicios que sus paisajes les ofrecen. Los indicadores de resiliencia están diseñados para ayudar a las comunidades a sentirse responsables de la planificación, la aplicación, la supervisión y la evaluación de su producción y gestión de sus recursos. "Los conocimientos y las percepciones obtenidos de esas actividades pueden posteriormente utilizarse para proporcionar visiones y estrategias locales de paisajes resilientes y ecosistemas productivos como aportación a las políticas y programas generales que repercuten en los medios de vida de las comunidades y en la planificación ulterior de la conservación de la naturaleza y la gestión de los recursos". (UNU-IAS, 2014: 8)

6.2.6. Sobre los indicadores

La resiliencia de las comunidades locales aumenta a medida que adquieren una comprensión más completa del estado y los cambios en las condiciones de sus paisajes terrestres y marinos. Sin embargo, debido a que esta resiliencia es un proceso muy complejo y multifacético, puede ser difícil de medir. Este conjunto de instrumentos introduce un enfoque para la vigilancia de las SEPLS, utilizando un conjunto de indicadores que definen una medida general de la resiliencia de las SEPLS.

"Los indicadores de resiliencia de las SEPLS comprenden un conjunto de 20 indicadores diseñados para captar diferentes aspectos de los sistemas clave: ambientales, agrícolas, culturales y socioeconómicos. Incluyen indicadores tanto cualitativos como cuantificables, pero la medición se basa en las observaciones, acuerdos, percepciones y experiencias de las propias comunidades locales. Su uso debe ser flexible y puede adaptarse al paisaje terrestre o al medio marino específico y a las comunidades asociadas a él". (UNU-IAS, 2014: 9)

Para la extensión espacial de estos SEPLS en el contexto del uso de los indicadores, los propios miembros de las comunidades locales deben identificar la zona de la que dependen para su supervivencia y sus medios de vida. Por lo general, se trata del mosaico de usos de la tierra de los que las comunidades obtienen sus bienes y servicios. Esto significa que dependen directa o indirectamente de ella. Pero al mismo tiempo ejercen una influencia directa en la base de recursos, o sea, que tienen interacciones regulares con la biodiversidad natural. Una SEPLS puede estar delimitada por fronteras administrativas, como un parque nacional o fronteras nacionales, o por una cuenca hidrográfica como límite geográfico, o por otros factores.

Los indicadores tienen por objeto definir los puntos esenciales para la resiliencia de la SEPLS, proporcionando un marco para que las comunidades discutan y analicen los procesos socioambientales. (UNU-IAS, 2014: 9) "Se refiere a los objetivos críticos de la vida y el desarrollo, como la seguridad alimentaria, la sostenibilidad agrícola, el desarrollo institucional y humano, la prestación de servicios de ecosistemas y la conservación de la diversidad biológica, el fortalecimiento de las organizaciones comunitarias y a nivel de paisaje, y el diseño del paisaje para la equidad y sostenibilidad. El debate sobre los indicadores en el seno de las comunidades estimula el análisis e intercambio de conocimientos, que son factores clave en la creación de capital social para el diseño, la planificación y la gestión del paisaje, y promueve la apropiación de este proceso por parte de la comunidad". La utilización periódica de esos indicadores permitirá evaluar los progresos realizados en la consecución de los objetivos de ese desarrollo y de la gestión sostenible, y determinar las medidas prioritarias para la innovación local y la gestión adaptativa. (UNU-IAS, 2014: 9)

Los indicadores pueden proporcionar información a las comunidades locales y otros interesados en las siguientes áreas:

- Entendiendo la resiliencia del SEPLS. Los indicadores proporcionan un marco analítico para comprender la resiliencia y su situación y los cambios en las SEPLS. Se definen y miden en términos fáciles de comprender y utilizar por las comunidades locales y pueden adaptarse para análisis sucesivos. Al evaluar las condiciones y tendencias actuales en diferentes aspectos de las SEPLS, los usuarios pueden comprender la resiliencia como un objetivo multidimensional.
- Apoyar la elaboración y aplicación de estrategias para fortalecer la resiliencia. Los indicadores pueden ayudar a identificar y seguir los procesos, instituciones y prácticas sociales de uso de la tierra, conservación e innovación que forman parte de la adaptabilidad y la capacidad de cambio de un sistema resiliente. Al examinar y debatir los resultados de las evaluaciones, las comunidades pueden aprender en qué áreas y factores deben centrarse, pudiendo incluir componentes de la biodiversidad agrícola, la seguridad alimentaria, los servicios del ecosistema, los medios de vida, la gobernanza y otros.
- Mejorar la comunicación entre las partes interesadas.
- Empoderamiento de las comunidades para que tomen decisiones y se gestionen de manera adaptativa
- El uso de indicadores facilita el debate continuo y el proceso de participación en las comunidades locales y permite comprender lo que funciona y lo que no.

> Este tipo de modelo de gestión adaptativa promueve un mayor sentido de responsabilidad entre las personas que viven en las SEPLS y las alienta a tomar medidas a nivel de la elaboración de políticas. El uso de los indicadores como marco de debate también ayuda a crear un consenso sobre lo que hay que hacer para crear o mejorar la resiliencia de todo el paisaje y orientar la toma de decisiones y su aplicación. (UNU-IAS, 2014: 9)

6.2.7. ¿Quién puede beneficiarse del uso de los indicadores?

Aunque los indicadores están diseñados principalmente para usarse en las comunidades locales, tienen el potencial de ser herramientas valiosas para otros, como las ONG, los organismos de desarrollo y los encargados de la elaboración de políticas. Los indicadores también pueden ser útiles para que los investigadores comprendan los SEPLS y la forma en que las comunidades ven su paisaje terrestre o marino. La función del facilitador puede ser más importante en situaciones en las que es difícil que las comunidades usen los indicadores por sí solas.

A continuación se presentan algunos posibles beneficios para diferentes usuarios.

Comunidades locales:

- Mejorar la comprensión común de las SEPLS (por ejemplo, las condiciones y amenazas a las SEPLS) dentro y fuera de los miembros de la comunidad.
- Identificar cuestiones y medidas prioritarias para sostener las SEPLS que beneficien los medios de vida y el bienestar, y evaluar los esfuerzos de la comunidad hasta la fecha.
- Contribuir al fortalecimiento de la confianza y el capital social en las comunidades y a la resolución de conflictos.
- Informar a los dirigentes políticos, los donantes y las partes interesadas pertinentes sobre la situación de sus SEPLS, y las Áreas para un respaldo más eficiente.

Intercambio de experiencias con los municipios que han probado los indicadores, las ONG y los organismos de desarrollo que ejecutan los proyectos en la SEPLS:

- Mejorar la comprensión de la resiliencia desde la perspectiva de las comunidades locales.
- Promover los procesos participativos.
- Supervisión y evaluación de las intervenciones del proyecto para la resiliencia y la protección de la biodiversidad e identificación de las áreas a apoyar.
- Comunicarse más eficazmente con los dirigentes politicos y donantes sobre la situación de las SEPLS con las que están trabajando y en las áreas de apoyo que se necesitan.

Responsables de las políticas y planificadores de proyectos:

- Mejor comprensión de las condiciones locales desde la perspectiva de las mismas comunidades locales.
- La mejora de la comunicación con las comunidades locales.
- Identificar las áreas que deben mejorarse y tenerlas en cuenta en la elaboración de políticas, la planificación y otros procesos de toma de decisiones.
- Aumentar la coherencia entre los distintos sitios de los proyectos aplicando un marco analítico común e instrumentos comunes.

Investigador:

- Mejorando la comprensión multidimensional de las condiciones locales desde la perspectiva de las mismas comunidades locales.
- Profundizar en el entendimiento de la resiliencia examinando los resultados procedentes de diferentes sitios.
- Identificar las lagunas en la investigación.

Los enfoques basados en indicadores se emplean actualmente en todas partes y cada vez más en diferentes sectores y contextos:

Por ejemplo, desempeñan un papel importante a nivel mundial y nacional en la vigilancia de los progresos realizados en la consecución de objetivos y metas específicos. Por ejemplo, se han enumerado alrededor de 100 indicadores para supervisar los progresos en la aplicación del Plan Estratégico sobre la Biodiversidad para 2011-2020 y los objetivos de biodiversidad de Aichi aprobados en la décima Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD-COP 10), celebrada en el Japón en 2010 , con el fin de proporcionar un marco de actuación a todos los interesados para proteger la biodiversidad y potenciar sus beneficios de cara a las personas. Los indicadores de los objetivos de desarrollo del Milenio son un conjunto de 60 indicadores para medir los progresos realizados en la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), ocho objetivos internacionales de desarrollo que deben alcanzarse para 2015 a fin de combatir la pobreza extrema. Las Naciones Unidas acordaron en la Conferencia de Río+20, celebrada en 2012, elaborar un conjunto de objetivos de desarrollo sostenible y trabajar en la definición de las metas y los indicadores correspondientes que se adoptarán en 2015.

Los indicadores deben ser cuantitativos y al mismo tiempo se les permite agregar datos a una escala espacial mayor. Deben servir para comparar el espacio y el tiempo a nivel nacional y mundial. Los indicadores también deben ser científicamente válidos y objetivos, y la evaluación debe ser realizada a menudo por expertos. Esto no los contradice. En contraposición a estos indicadores generales, los indicadores de resiliencia introducidos en las SEPLS han sido determinados para su uso a nivel local, es decir, incluyen tanto indicadores cualitativos como cuantificables. La medición se basa en las observaciones, percepciones y experiencias de las propias comunidades locales.

Estas observaciones locales pueden complementarse con datos científicos e información de observaciones y conjuntos de datos mundiales y nacionales, así como de estudios anteriores. Sin embargo, debería ser posible integrar los datos externos en la base de conocimientos locales. Los indicadores de este conjunto de instrumentos proporcionan un marco para que las comunidades locales examinen tanto las condiciones actuales de resiliencia como las posibles áreas de mejora como parte del proceso de gestión adaptativa. Esto puede dar lugar a esfuerzos rápidos y proactivos de las comunidades locales para fortalecer la capacidad de recuperación de sus entornos productivos terrestres y marinos. También proporciona un proceso coherente para vigilar la resiliencia del paisajeterrestre o marino y aplicar medidas para abordar los componentes y factores que conducen a la reducción de la resiliencia. (UNU-IAS, 2014: 9)

Los indicadores de resiliencia en las SEPLS se superponen en parte y complementan algunos de los indicadores generales. Los paisajes resilientes resultantes de la utilización de los indicadores y la aplicación de las medidas derivadas de su uso también contribuyen a los objetivos mundiales y nacionales, como los establecidos en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (por ejemplo, los objetivos de biodiversidad de Aichi y los planes de acción nacionales estratégicos en materia de biodiversidad) y el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO. Los indicadores de sostenibilidad de los paisajes de producción socioecológica y los paisajes marinos (SEPLS) y este conjunto de instrumentos se han elaborado en cooperación con la Asociación Internacional para la Iniciativa Satoyama (IPSI).

En su calidad de plataforma internacional abierta a las organizaciones que se ocupan de la SEPLS, el IPSI ha tratado de promover sinergias en la ejecución de sus respectivas actividades, así como de otras actividades previstas en el marco de la Iniciativa. Hasta la fecha, se han iniciado más de 20 actividades de colaboración con la IPSI, incluido este conjunto de herramientas y sus indicadores. (UNU-IAS, 2014: 9)

Han sido respaldadas por el

- Bioversity International,
- Instituto de Estrategias Ambientales Mundiales (IGES),
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y
- UNU-IAS se llevaron a cabo. (UNU-IAS, 2014: 9)

La crítica de la cooptación está relacionada con la cuestión de si la Mutualidad sigue siendo competitiva. Esta discusión va mucho más allá, e. B. en los problemas de aumento de la equidad. Pero desde el punto de vista económico, hay algunas razones para mantener esta forma de seguro y competir con las corporaciónes bursátiles.

6.2.8. Los veinte juegos de herramientas [38]

(1) Diversidad del paisaje terrestre/marino

El paisaje terrestre o marino está compuesto por una diversidad/mosaico de ecosistemas naturales (terrestres y acuáticos) y usos de la tierra.

Ejemplos:

Ecosistemas naturales: montañas, bosques, praderas, humedales, lagos, ríos, albuferas, estuarios, arrecifes de coral, praderas de posidonias y bosques de manglares.

Usos de la tierra: jardines domésticos, campos cultivados, huertos, pastos (estacionales), tierras de labranza, acuicultura, silvicultura y agroforestación, irrigación, canales, pozos de agua.

(2) Protección de ecosistemas

Las áreas incluidas en el paisaje terrestre o marino están protegidas por su importancia ecológica y/o cultural.

Nota: La protección puede ser formal o informal e incluir formas tradicionales de protección como los lugares sagrados.

Ejemplos:

Reservas naturales estrictas, parques nacionales, zonas silvestres, monumentos, zonas conservadas por la comunidad, zonas marinas protegidas, zonas de uso limitado, lugares sagrados, zonas de reservas para el pastoreo, normas y reglamentos para excluir a los no residentes del uso (estacional) de los recursos naturales, etc.

(3) Interacciones ecológicas entre los diferentes elementos del paisaje terrestre/marino

En la gestión de los recursos naturales se tienen en cuenta las interacciones ecológicas entre los diferentes elementos del paisaje terrestre o marino.

Ejemplos:

Las áreas programadas para la conservación o la restauración benefician, a otras áreas mediante la polinización, el control de plagas, el ciclo de los nutrientes y el aumento de la población animal. Los bosques protegen las fuentes de agua y proporcionan forraje, medicinas y alimentos. Las actividades agrícolas pueden afectar a otras partes del paisaje. Las zonas marinas protegidas pueden aumentar las poblaciones marinas también en otras zonas pesqueras (efectos indirectos).

[38]Fuente: Conjunto de instrumentos para los indicadores de la resiliencia de los paisajes productivos socioecológicos y marítimos (2014).

(4) Recuperación y regeneración del paisaje terrestre/marino

El paisaje terrestre o marino tiene la capacidad de recuperarse y regenerarse de las alteraciones y presiones ambientales.

Ejemplos:

Brotes de plagas y enfermedades; Eventos climáticos extremos como tormentas, frío extremo, inundaciones y sequías; Terremotos y tsunamis; Incendios forestales.

(5) Diversidad del sistema alimenticio local

Los alimentos que se consumen en los paisajes terrestres o marinos incluyen los alimentos cultivados localmente, recogidos en los bosques locales y/o pescados en las aguas locales.

Ejemplos:

Cereales, verduras, frutas, frutos secos, plantas silvestres, setas, bayas, ganado, leche, productos lácteos, fauna/insectos, pescado, algas marinas, etc.

(6) Mantenimiento y utilización de variedades de cultivos y razas animales locales

Los hogares y/o grupos comunitarios mantienen una diversidad de variedades de cultivos y razas animales locales.

Ejemplos:

Custodios de semillas, expertos en cría de animales, grupos de cría de animales, jardines caseros, bancos de semillas comunitarios.

(7) Gestión sostenible de los recursos comunes

Los recursos comunes se gestionan de manera sostenible a fin de evitar la sobreexplotación y el agotamiento.

Ejemplos:

Regulaciones para el pastoreo; Cuotas de pesca; Turismo sostenible; Control de la caza furtiva de la vida silvestre y la tala ilegal; o la recolección de productos forestales.

(8) Innovación en la agricultura y las prácticas de conservación

Se desarrollan, adoptan y mejoran nuevas técnicas en la agricultura, la pesca y la silvicultura y/o se revitalizan las de carácter tradicional.

Ejemplos:

Adopción de medidas de conservación de los recursos hídricos, como el riego por goteo o la recuperación del agua; diversificación de los sistemas de cultivo; introducción o reintroducción de cultivos tolerantes a la sequía o a la salinidad; agricultura orgánica; terrazas; reintroducción de especies autóctonas; ordenación de los pastizales y rotación de los mismos; repoblación forestal; repoblación de corales, pastos marinos y manglares; piscifactorías; artes de pesca selectivas.

(9) Conocimientos tradicionales asociados a la biodiversidad

El conocimiento local y las tradiciones culturales asociadas a la biodiversidad se transmiten de los ancianos y los padres a los jóvenes de la comunidad.

Ejemplos:

Canciones, danzas, rituales, festivales, cuentos, terminología local relacionada con la tierra y la biodiversidad; Conocimientos específicos sobre la pesca, la plantación y la cosecha de cultivos, y la elaboración y cocinado de alimentos; Conocimientos incluidos en los programas de estudios escolares.

(10) Documentación de los conocimientos asociados a la biodiversidad

La biodiversidad del paisaje terrestre o marino, incluida la biodiversidad agrícola, y los conocimientos asociados a ella se documentan, almacenan y ponen a disposición de los miembros de la comunidad.

Ejemplos:

Registros de conocimientos tradicionales; Sistemas de clasificación de recursos; Registros comunitarios de biodiversidad; Escuelas de campo para agricultores; Grupos de cría de animales; Grupos de coadministración de pastos; Redes de intercambio de semillas (ferias de animales y semillas); Calendarios estacionales.

(11) Conocimiento femenino

El conocimiento, las experiencias y las habilidades de las mujeres son reconocidos y respetados en la comunidad. Las mujeres suelen tener conocimientos, experiencias y aptitudes específicas sobre la biodiversidad, su utilización y gestión, que son diferentes a las de los hombres.

Ejemplos:

Conocimientos sobre la producción de determinados cultivos; Recogida y uso de plantas medicinales; Cuidado de los animales.

(12) Derechos en materia de ordenación de la tierra/el agua y otros recursos naturales

Los derechos en materia de tierra/agua y otros recursos naturales están claramente definidos y reconocidos por los grupos e instituciones relevantes, por ejemplo, los gobiernos y los organismos de desarrollo. El reconocimiento puede formalizarse mediante políticas, leyes y/o prácticas habituales.

Ejemplos:

Grupos de uso de la tierra; Comités forestales comunitarios; Grupos o comunidades de gestión conjunta.

(13) Gobernanza del paisaje terrestre/marino basada en la comunidad

El paisaje terrestre o marino cuenta con instituciones locales capacitadas, responsables y transparentes para la gestión eficaz de sus recursos y de la biodiversidad local.

Ejemplos:

Organizaciones, normas, políticas, reglamentos y aplicación de la ley destinados a la gestión de los recursos; Autoridades tradicionales y normas de costumbre; Arreglos de gestión conjunta, por ejemplo, gestión forestal conjunta, entre la población local y el gobierno.

(14) El capital social en forma de cooperación a través del paisaje terrestre/marino

Los individuos en y entre las comunidades están conectados y coordinados a través de redes que gestionan los recursos e intercambian materiales, habilidades y conocimientos.

Ejemplos:

Grupos de autoayuda; Clubes y grupos comunitarios (grupos de mujeres y jóvenes); Redes intercomunitarias; Asociaciones de federaciones centradas en la gestión de los recursos naturales.

(15) Igualdad social (incluida la igualdad de género)

Los derechos y el acceso a los recursos y las oportunidades de educación, información y adopción de decisiones son justos y equitativos para todos los miembros de la comunidad, incluidas las mujeres, a nivel del hogar, la comunidad y el paisaje.

Ejemplos:

Comunidades de tierras altas y bajas; Miembros de la comunidad pertenecientes a diferentes grupos sociales o étnicos; Las voces y elecciones de las mujeres se tienen en cuenta en la toma de decisiones en el hogar y en las reuniones de la comunidad en las que se toman decisiones sobre acciones colectivas.

(16) Infraestructura socioeconómica

La infraestructura socioeconómica es adecuada para las necesidades de la comunidad.

Ejemplos:

Escuelas, hospitales, carreteras y transportes; Agua potable; Mercados; Electricidad e infraestructura de comunicaciones.

(17) Salud humana y condiciones ambientales

El estado general de la salud humana en la comunidad es satisfactorio, teniendo en cuenta también las condiciones ambientales imperantes.

Ejemplos:

Ausencia o aparición regular de enfermedades; Frecuencia de brotes de enfermedades que afectan a un gran número de personas; Ausencia/presencia de tensiones ambientales como la contaminación, la falta de agua limpia, la exposición a fenómenos meteorológicos extremos.

(18) Diversidad de ingresos

Los habitantes de los paisajes terrestres o marinos participan en una variedad de actividades sostenibles generadoras de ingresos. Nota: La diversidad de las actividades económicas puede ayudar a los hogares en caso de crisis inesperadas, desastres, cambios en las condiciones ambientales, etc.

(19) Medios de vida basados en la biodiversidad

Las mejoras de los medios de subsistencia en el paisaje terrestre o marino se refieren al uso innovador de la biodiversidad local.

Ejemplos:

Artesanía usando materiales locales, por ejemplo, tallado de madera, cestería, pintura, tejido, etc.; Ecoturismo; Procesamiento de alimentos locales, apicultura, etc.

(20) Movilidad socio-ecológica

Los hogares y las comunidades pueden desplazarse para aprovechar los cambios en las oportunidades de producción y evitar la degradación de la tierra y la sobreexplotación.

Ejemplos:

Cambio de las técnicas de cultivo y rotación de cultivos; alternancia entre la agricultura y la ganadería/pesca; migración estacional de los pastores; cambio de las zonas de pesca; mantenimiento de las zonas de reserva para períodos de escasez.

6.2.9. La educación como el factor que todo lo abarca

"La cohesión y el desarrollo social de nuestra sociedad, nuestra prosperidad y la competitividad de la economía dependen cada vez más de la importancia de la educación. La educación es el factor decisivo para el futuro de nuestro país, pero también para las oportunidades de cada persona". (Acuerdo de coalición de 11 de noviembre de 2005)

Sin embargo, junto con la educación, el concepto amplio de la cultura también es decisivo: "El Comité considera que la cultura, a los efectos de la aplicación del apartado a) del párrafo 1 del artículo 15, abarca, entre otras cosas, los modos de vida, el idioma, la literatura oral y escrita, la música y los cancioneros, la comunicación no verbal, la religión o los sistemas de creencias, los ritos y ceremonias, el deporte y los juegos, los métodos de producción o tecnología, los entornos naturales y artificiales, los alimentos, el vestido y la vivienda y las artes, costumbres y tradiciones mediante los cuales las personas, los grupos de personas y las comunidades expresan su humanidad y el sentido que dan a su existencia y construyen su visión del mundo que representa su encuentro con las fuerzas externas que afectan a sus vidas. La cultura conforma y refleja los valores de bienestar y la vida económica, social y política de los individuos, grupos de individuos y comunidades". Esta comprensión de la cultura incluye no sólo el arte y la literatura, sino también las formas de vida, los valores, las tradiciones y las creencias. El principio de la diversidad cultural desempeña un papel central en este contexto: "La protección de la diversidad cultural es un imperativo ético, inseparable del respeto por la dignidad humana. Implica un compromiso con los derechos humanos y las libertades fundamentales, y requiere la plena aplicación de los derechos culturales. Esto incluye no sólo el arte y la literatura, sino también los modos de vida, los derechos humanos fundamentales, los sistemas de valores, las tradiciones y las creencias".

REFERENCIAS

Altner, G. (1982). Grundlagen. In: Kalberlah, F., Michelsen, G. & Rühling, U. (eds), Der Fischer Öko-Almanach. Daten, Fakten, Trends der Umweltdiskussion, Frankfurt am Main, pp.13-50 (16).

Berkes, F., Colding, J. & Folke, C. (2003). Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change. Cambridge University Press, Cambridge, USA.

Bick, H. (1987). Ökologie - Wissenschaft von den wechselseitigen Beziehungen zwischen Organismen und Umwelt. In: Calließ, J. &Lob, R.E. (eds), Handbuch Praxis der Umwelt- und Friedenerziehung. Vol. 1: Grundlagen, Düsseldorf, pp.16-27 (21).

Brumlik, M. (1983). Erziehungsziel, in: Lenzen, D. & Mollenhauer, K. (eds), Theorien und Grundbegriffe der Erziehung und Bildung. Enzyklopaedie der Erziehungswissenschaft. Vol. 1,Stuttgart, p. 406.

Colding, J. & Barthel, S. (2019). Exploring the social-ecological systems discourse 20 years later. In: Ecology and Society 24(1), p 2.

Cumming, G.S. (2014). Theoretical Framework for the Analysis of Social-Ecological Systems. In: Sakai, S. & Umetsu, C. (eds) Social-Ecological Systems in Transition. Glaobal Environmental Studies.Springer, Japan, pp.73-94.

Cumming, G. S. & Allen, C.R. (2017). Protected areas as social-ecological systems: perspectives from resilience and social-ecological systems theory. In: Nebraska Cooperative Fish & Wildlife Research Unit – Staff Publications (ed), Ecological Applications, 27(6), pp. 1709-1717.

Delgado-Serrano, M. & Adres Ramos, P. (2015). Making Ostrom's framework applicable to characterise social-ecological systems at the local level. In: International Journal of the Commons 9(2), pp. 808-830.

Deutscher Bildungsrat (1973). Strukturplan für das Bildungswesen, Stuttgart (Germany).

Folke, C. & Berkes, F. (1998). Understanding dynamics of ecossystem-institution linkages for buildung resilience. Beijer Discussion Paper No. 112. The Beijer Institute of Ecological Economics.Royal Academy of Sciences. Stockholm, Sweden.

Gardner et al. (2013). A social and ecological assessment of tropical land uses at multiple scales: the Sustainable Amazon Network. In: Phil. Trans. R. Soc. B. Qoted from: Pérez-Soba, M. (2016). The social-ecological system concept. DG AGRI Workshop, 5-6 Dec. 2016.

Maturana, U.& Varela, F. (1980). Autopoiesis and Cognition. Dordrecht, The Netherlands.

Odum, Howard Thomas (1991). Emergy and biochemical cycles, in: Egological Physical Chemistry: Proceedings of an International Workshop, November 1990, Sienna, Italy, Rossi, C. and Tierci, E. (eds.), Amsterdam, Elsevier Science, pp. 25-65 (25ff).

Partelow, S. (2018). A review of the social-ecological systems framework: applications, methods, modifications, and challenges. In: Ecology and Society 23(4): 36.

Paslack, R. (1991). Urgeschichte der Selbstorganisation - Zur Archäologie eines wissenschaftlichen Paradigmas. Vol. 32. In series: Wissenschaftstheorie: Wissenschaft und Philosophie. Braunschweig/Wiesbaden. Vieweg & Sohn,Germany.

Paslack, R. (2012). The challenge to environmental ethics. In: Vromans, K., Paslack, R., Isildar, G. Y., deVrind, R. & Simon, J. W. (eds) Environmental Ethics – An Introduction and Learning Guide. Greenleaf Publishing, Sheffield, UK, pp. 65-82.

Paslack, R. (2019). Urgeschichte der Selbstorganisation - Zur Archäologie eines wirksamen Paradigmas. In: Voigt, B (ed) Vom Werden – Entwicklungsdynamik in Natur und Gesellschaft. Beatrice Voigt Edition, München (Germany), pp. 60-75.

Siebert, H. (1972). Erwachsenenbildung. Aspekte einer Theorie, Düsseldorf (Germany).

Strzelewicz, W. (1972). Technokratische und emanzipatorische Erwachsenenbildung. In: Picht, G., Edding, F.et al., Leitlinien der Erwachsenenbildung, Braunschweig, pp. 134-149 (146f.).

Tietgens, H. (1979). Einleitung in die Erwachsenenbildung. Einführung in Gegenstand, Methoden und Ergebnisse ihrer Teildisziplinen und Hilfswissenschaften, Darmstadt (Germany).

Turner, M.G., Gardner, R.H. & O'Neill, R.V. (2001). Landscape ecology in theory and practice: pattern and process. Springer New York.

UNU-IAS, Bioversity International, IGES and UNDP (2014), Toolkit for the Indicators of Resilience in Socio-ecological Production of Landscapes and Seascapes (SEPLS).

Walker, B., Carpenter, S., Anderies, J., Abel, N., Cumming, G.S., Janssen, M., Lebel, L., Norberg, G., Peterson, G.D. & Pritchard, R. (2002). Resilience management in social-ecological systems: a working hypothesis for a participatoy approach. In: Conservation Ecology 6:14.

PREGUNTAS

Preguntas Verdadero /Falso

1) (V / F) El equilibrio y la estabilidad son los mismos

2) (V / F) Los ecosistemas son sistemas auto-organizados

3) (V / F) La gestión medioambiental sólo considera los aspectos ecológicos

4) (V / F) Los sistemas socio-ecológicos son sólo construcciones teóricas

5) (V / F) Los ecosistemas son "sistemas abiertos" en todos los aspectos

6) (V / F) La resiliencia incluye la robustez y la adaptabilidad

7) (V / F) El comportamiento de los sistemas socio-ecológicos sólo es parcialmente predecible

8) (V / F) La complejidad de un sistema dinámico depende de lo complicado de su estructura

9) (V / F) La aparición de nuevas características es un rasgo básico de los sistemas socio-ecológicos

10) (V / F) Los sistemas dinámicos generalmente muestran un desarrollo lineal

Preguntas de opción multiple 11-30

11) ¿Qué es el aprendizaje organizado?
a) El aprendizaje organizado se limita a una fase educativa al principio de la vida
b) El aprendizaje organizado está determinado por su historia
c) El aprendizaje organizado está determinado por los jóvenes
d) El aprendizaje organizado está determinado por enfoques tecnocráticos y emancipadores

12) ¿Qué es la ecología I?
a) La ecología es el enfoque económico
b) Es el enfoque social
c) Es el enfoque que incluye cuestiones científicas, filosóficas, éticas y políticas
d) Es el enfoque musical

13) ¿Qué es la ecología II?

a) Plantas consideradas como organismos
b) La ecología como ciencia biológica representa sistemáticamente a la naturaleza
c) Los microorganismos se resumen
d) Los animales son observados

14) ¿Qué es la agricultura ecológica?

a) La seguridad del suministro de alimentos, la preservación de la biodiversidad y la protección de los recursos naturales está vinculada a ello
b) El suelo está tan estrechamente relacionado con la agricultura
c) El agua y el aire están estrechamente relacionados con la agricultura
d) La economía está estrechamente relacionada con la agricultura

15) ¿Están los ecosistemas influenciados por el hombre?

a) La influencia del hombre es negativa
b) La influencia del hombre es positiva
c) La influencia humana es importante para el suministro de alimentos
d) Hay muchas interacciones entre el hombre y la naturaleza que son beneficiosas para la conservación de la biodiversidad

16) ¿Qué son los escenarios de producción socio-ecológica?

a) Garantizan los estudios sociales
b) Garantizan la coalescencia ecológica
c) Garantizan la coexistencia de las comunidades locales
d) Deberían garantizar la biodiversidad y proporcionar a las comunidades locales de todo el mundo los servicios del ecosistema

17) ¿A qué podemos llamar " resiliencia"?

a) De esta manera, los sistemas son cruciales para asegurar los servicios a corto plazo
b) Los sistemas son capaces de asegurar servicios de ecosistemas a largo plazo y sistemas de producción sostenibles
c) Son resistentes a los efectos de los impactos
d) Son esenciales para asegurar los servicios de los incendios forestales y las sequías

18) ¿Qué son los escenarios de producción socio-ecológica?

a) Incluyen los usos de la tierra de los que las comunidades obtienen sus bienes y servicios
b) Ejercen una influencia indirecta en la base de recursos
c) Designan bienes y servicios
d) Tienen límites definidos por el agua, el suelo y las plantas

19) ¿Qué son los indicadores?

a) ¿Son un marco para el debate
b) Construyen el consenso
c) Es necesario reducir las crisis de sequía
d) Deberían construir la resiliencia de todo el paisaje

20) ¿Para qué son importantes los indicadores?

a) Son importantes para los paisajes marinos
b) Deberían esforzarse por comprender los paisajes de producción socio-ecológica
c) Desempeñan un papel importante como mediadores
d) Mejoran los temas prioritarios

21) ¿Por qué necesitamos paisajes de producción socioeconómica (SEPLS)?

a) El uso de la tierra es necesario para ello
b) Están compuestos por una diversidad de ecosistemas naturales y usos de la tierra
c) Los bosques de manglares son necesarios
d) Los ecosistemas naturales son necesarios

22) ¿Son necesarias las zonas de pesca para el SEPLS?

a) Evitan la degradación de la tierra
b) Son necesarios
c) Se necesitarán para el ecoturismo
d) No son necesarios

23) ¿Qué es la protección de los ecosistemas?

a) Se refiere a los parques nacionales
b) Las zonas conservadas por la comunidad y las zonas marinas protegidas son muy importantes
c) Los sitios sagrados son muy importantes para la vida silvestre de los humanos
d) Están protegidos por su importancia ecológica y/o cultural

24) ¿Cuáles son los medios de vida que pueden ser considerados?

a) Esto incluye cambios adversos en las condiciones ambientales
b) Las actividades generadoras de ingresos pertenecen a esta categoría
c) Se incluyen los deportes corporales
d) Se reconoce el ecoturismo

25) ¿Qué es la recuperación del paisaje?

a) El paisaje está protegido de las sequías
b) El paisaje está protegido de las inundaciones de agua
c) Las areas costeras están protegidas de los terremotos y los tsunamis
d) El paisaje está protegido en su capacidad de recuperarse de las perturbaciones ambientales

26) ¿Está localizado el conocimiento tradicional?

a) No hay ningún conocimiento que esté protegido
b) Todo el conocimiento está protegido
c) El espacio está protegido por medio de los conocimientos tradicionales
d) Los conocimientos locales y culturales son protegidos por los ancianos y los padres

27) ¿Son necesarias las zonas de pesca para el SEPLS?

a) No son necesarios
b) Son necesarios
c) Evitan la degradación de la tierra
d) Se necesitarán para el ecoturismo

28) ¿Es el conocimiento de las mujeres reconocido como SEPLS?

a) Se reconoce y respeta el conocimiento de las mujeres
b) El cuidado de los enfermos está reservado a las mujeres
c) Se protege el conocimiento de las mujeres desde 2000
d) Los conocimientos de las mujeres en el siglo XV están protegidos

29) ¿Cuáles son las bases de la vida que hay que considerar?

a) Se reconoce el ecoturismo
b) Las actividades generadoras de ingresos se incluyen en esta categoría
c) Los deportes corporales están incluidos en este
d) Incluye el cambio adverso de las condiciones ambientales

30) ¿Debería tenerse en cuenta la infraestructura socioeconómica?

a) Los mercados pertenecen a la estructura socioeconómica
b) El agua potable no puede considerarse
c) Debe considerarse a partir de 2030
d) Esto se ha tenido en cuenta desde 1980

Respuestas correctas: ¡Véase el anexo "Respuestas"!

CAPITULO 7

INFORMES DE CASOS DE ESTUDIO

7.1. Turquía

Los términos "alfabetización ambiental", "alfabetización ecológica" y "ecología" tienen una enorme importancia en nuestras vidas y es necesario enseñarlos en detalle a la sociedad para salvar los recursos de nuestro entorno. Se presentan numerosos marcos para la educación ambiental, la ecología y las humanidades más amplias para complementar la conciencia de la ecología y la sostenibilidad de la protección de la naturaleza y el mundo. Por lo tanto, para tener sociedades sanas, lo que necesitamos es; aire limpio, recursos naturales y un medio ambiente no tóxico y no distorsionado.

Para ser un ser humano eco-alfabetizado, tenemos que obedecer algunas reglas relacionadas con la alfabetización ecológica y aquí se presentan algunos ejemplos:

- Un arquitecto e ingeniero con conocimientos ecológicos; presta atención al hecho de que los edificios que construye están construidos con materiales sostenibles y conserva el ahorro de energía.
- Un planificador regional urbano ecológicamente instruido elige los puentes y trazados de las carreteras sin afectar a las zonas de hábitats naturales por donde respira la ciudad y no abre las tierras agrícolas de primera categoría a la industria y a las poblaciones.
- Un pescador ecológicamente instruido pesca de manera que permite que los peces continúen a lo largo de generaciones,
- Un alcalde con conocimientos ecológicos no aprueba las construcciones que se realizan en los lechos de los arroyos,
- Un individuo ecológicamente alfabetizado define la necesidades y consume sólo lo que necesita,
- Un padre instruido en ecología alimenta a su hijo con productos respetuosos con la naturaleza,
- Un padre ecológicamente alfabetizado; presta atención a la armonización de procesos como la nutrición, el hábitat, la escuela, el entorno social del niño con la naturaleza.
- Un joven instruido en ecología; mientras intenta llevar su vida personal y de negocios, trata de cuidar toda la vida de los seres vivos.
- Un profesor con conocimientos ecológicos; al darse cuenta de que es parte de la naturaleza, apoya el proceso de aprendizaje de los estudiantes con sus experiencias de la naturaleza.
- - Un verdulero instruido en ecología; presta atención al hecho de que los productos que vende se fabrican de manera que protegen la salud humana con un enfoque ecológico y libre de productos químicos.

Para impartir la educación en materia de ecoalfabetización, en Turquía hay muchas universidades, escuelas, centros de capacitación, asociaciones, becas y sociedades y sus objetivos son los mismos, impartir la alfabetización ecológica a la población. También se organizan diversas conferencias, seminarios, talleres y reuniones para impartir la alfabetización en materia de ecología y medio ambiente.

A continuación se enumeran ejemplos de buenas prácticas en Turquía:

1. **Nombre del proyecto:** Proyecto de medio ambiente limpio con instalaciones de tratamiento natural
   Promotor: Administración Provincial Especial de Bursa
   Tema Las aguas residuales de las aldeas de la provincia de Bursa y sus alrededores creaban contaminación ambiental y constituían una amenaza para los recursos hídricos. A través de este proyecto, la Dirección Provincial de Bursa creó una oportunidad para resolver el mal olor y la contaminación ambiental causada por las aguas residuales domésticas de las ciudades.
   Objectivos: En el marco de este proyecto, se pretende mejorar las condiciones de vida de las zonas rurales y difundir en todo el país el sentido de un entorno limpio y vivo mediante una tecnología de tratamiento natural de aguas residuales respetuosa con el medio ambiente.
   Reultados: El proyecto contribuyó a la prevención de enfermedades epidemiológicas y de la contaminación creada por las aguas residuales de las aldeas. También aseguró la solución de los problemas de las aguas residuales mediante el tratamiento natural o la construcción de humedales que también tiene aspectos económicos y es un sistema de una solución alternativa para el tratamiento de las aguas residuales.

2. **Nombre del proyecto:** Establecimiento de un sistema de gestión sostenible de los desechos de envases y embalajes en cooperación con la industria, las autoridades locales y los clientes de Turquía
   Promotor: Fundación de Protección Ambiental y Recuperación y Reciclaje de Residuos de Envases y Embalajes (ÇEVKO)
   Tema: El aumento de la cantidad de envases está directamente relacionado con el aumento del consumo y la variedad de productos. Los residuos de envases pueden recuperarse en condiciones de separación y recogida adecuadas. Los costos ambientales, económicos y sociales surgen cuando los residuos de envases se eliminan con los residuos orgánicos. La recuperación de los desechos de envases permite aumentar los materiales secundarios y contribuye a la reserva de recursos naturales como la energía, el petróleo y los metales preciosos. La gestión de los residuos de envases dentro de un sistema separado también da lugar a la creación de nuevos sectores y oportunidades de empleo.
   Objectivos: Cooperación con las autoridades locales para la aplicación en todo el país de las actividades de recogida, separación y recuperación; garantía de la acumulación de información en la gestión de los desechos mediante aplicaciones nacionales e internacionales; actividades informativas y de capacitación en materia de sensibilización sobre el medio ambiente; realización de actividades de investigación y desarrollo, prestación de asesoramiento y apoyo técnico a los correspondientes interesados.

Resultados: Durante el período del Proyecto se han recogido aproximadamente 2.500.000 toneladas de residuos de envases y en este marco se han ahorrado más de 12 millones de barriles de petróleo. Esto equivale a alrededor del 5% de los 236 millones de barriles, una cantidad igual al consumo bruto anual de petróleo en Turquía. Se han salvado aproximadamente 16 millones de árboles como resultado de la recuperación de papel y productos de embalaje similares.

3. **Nombre del proyecto:** Gestión sostenible de los desechos electrónicos locales en Estambul
   Promotor: Municipalidad Metropolitana de Estambul (IMM)
   Objectivos: Realizar un estudio de viabilidad sobre la recogida y evaluación de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Recoger al menos 6.000 unidades de residuos informáticos. Alcanzando el 60% como proporción de la cantidad reparada con respecto a la cantidad total recogida.
   Tema: Las fundaciones públicas, las empresas privadas y los ciudadanos que deseen donar sus residuos informáticos al taller del IMM se pondrán en contacto con éste por teléfono o por correo electrónico en toda Estambul e indicarán la información relativa a los equipos. A esta petición, los técnicos van a los puntos de recogida y reciben los equipos a cambio de un informe oficial. Los equipos se prueban si funcionan o no. Luego se clasifican como materiales reutilizables, materiales reciclables y residuos peligrosos. Los equipos que serán reparados son almacenados para su reutilización después de que sus datos sean borrados y reparados. Los equipos almacenados se donan a instituciones educativas, públicas y sociales que los necesiten. Los equipos que no se pueden reparar se separan en partes como plásticos, metales, etc. y se envían a puntos de reciclaje. Los materiales que consisten en materiales peligrosos son enviados a empresas autorizadas para ser eliminados.
   Durante el período del proyecto, se ha aprendido que; el reciclaje de los RAEE es importante. Hemos visto que los ciudadanos y las partes interesadas (productores, empresas, etc.) están realmente dispuestos a participar en el proceso. Simplemente se puede gestionar para atraer su atención con buenos anuncios.

4. **Nombre del proyecto:** Proyecto de uso y conservación sostenible de los bosques de las montañas Kaçkar
   Promotor: La Fundación Turca para la Lucha contra la Erosión del Suelo, para la Reforestación y la Protección de los Hábitats Naturales (TEMA)
   Objectivos: Enfoque científico para la conservación y la planificación y Desarrollo de métodos científicos para la conservación de las montañas Kaçkar, y establecer un modelo de conservación para transmitir sus valores al futuro; Desarrollo rural Apoyo a la población local para convertir los recursos de los bosques en fuentes adicionales de ingresos, y para mejorar su calidad de vida; Desarrollo de la vida silvestre Vigilancia, conservación y desarrollo de la vida silvestre, proporcionando al mismo tiempo a la población local los métodos para conservar sus productos sin dañar la vida silvestre; Turismo sostenible Desarrollo del turismo, la fuente de ingresos más importante y prometedora para la población local, a través de métodos respetuosos con el medio ambiente. Se investigaron y demostraron posibles fuentes adicionales de ingresos, a saber, los productos forestales no madereros y otros productos naturales. Se abordaron los problemas de la cadena de comercialización de los

productos mediante proyectos experimentales a fin de mejorar la generación de ingresos agrícolas. Se impartió una capacitación fundamental para aumentar la productividad agrícola.
Resultados: Alrededor de 320 hogares obtuvieron ingresos alternativos mediante prácticas sostenibles en lugares específicos, más de 1.000 personas recibieron capacitación sobre prácticas sostenibles y productivas de agricultura, ganadería, turismo, aislamiento, técnicas de evitación de daños asociados con la vida silvestre y el 50% de las personas en la zona del proyecto tomaron conciencia del valor natural único de la región al final del proyecto. Se construyó una instalación piloto de secado de frutas y verduras, se ofreció capacitación agrícola a los agricultores y se demostró el potencial de las actividades de generación de ingresos, como la plantación de cultivos forrajeros, la apicultura y la gestión de huertos frutales. El resultado más importante del proyecto "Plan de ordenación de las montañas de Kaçkar" es la previsión de que se convertirá en un modelo para Turquía gracias a la implicación local y a su aplicación efectiva.

7.2. Bulgaria

La aplicación del SSE para lograr un desarrollo económico sostenible se ilustra con un estudio monográfico "**Sostenibilidad agraria - aspectos económicos, sociales y ecológicos a nivel macroeconómico sectorial**". Los datos presentados se basan en informaciones estadísticas oficiales y de otro tipo, así como en la evaluación de expertos. Sobre su base se calculó el índice de sostenibilidad de los aspectos económicos, sociales y ecológicos y se identifican las partes críticas que permiten mejorar el nivel de sostenibilidad agraria en Bulgaria.

La evaluación de la sostenibilidad agraria búlgara se basa en una metodología, desarrollada inicialmente para el análisis del sistema de gobernanza y los niveles de sostenibilidad de la agricultura búlgara. El sistema de evaluación de la sostenibilidad agraria incluye una selección de principios, criterios, indicadores y valores de referencia para cada uno de estos elementos:

- Los principios son el nivel más alto que expresa el estado de sostenibilidad dentro de los aspectos económicos, sociales y ecológicos;
- Los criterios se relacionan con los indicadores, que expresan el estado del sector agrícola evaluado cuando se realiza el principio relevante;
- Los indicadores son variables cuantitativas y cualitativas, por ejemplo, comportamiento, negocio, inversión, resultado, impacto que puede ser valorado y la medición de la correspondencia con los criterios, dando idea de la sostenibilidad en todos sus aspectos se puede hacer.
- Valores de referencia son los valores deseados de cada uno de los indicadores, que ayudan a la evaluación y dan la dirección para mejorar/alcanzar la sostenibilidad.
- El bienestar de los empleados en la agricultura;
- Conservación de la agricultura;
- Igualdad de género;
- Capital social;
- Adaptabilidad al entorno social.

El nivel más bajo tiene el índice de sostenibilidad para el principio de capital social, el principio de igualdad de género y el bienestar de los empleados en la agricultura. La agricultura búlgara se caracteriza por su baja productividad en cuanto a mano de obra, tierra y ganado. Ello se debe a que la productividad laboral en Bulgaria es inferior a la media de la Unión Europea debido a la escasa o anticuada tecnología usada, la baja calidad de la mano de obra, la falta de cualificación, la menor motivación por la insuficiencia de los pagos, el envejecimiento de la mano de obra y otros factores socioeconómicos.

El bienestar de los empleados en la agricultura se evaluó con una sostenibilidad insuficiente, mientras que se obtuvo una puntuación de sostenibilidad más alta para el principio de conservación de la agricultura, aunque la proporción de granjas con formación es muy baja. Un mayor número de empleados en la agricultura debería recibir formación y posibilidades de desarrollar sus aptitudes y conocimientos a fin de aumentar la sostenibilidad del sector agrícola.

La desigualdad de género es otro de los principales problemas a los que se enfrenta la agricultura búlgara y que es la razón de la baja puntuación del principio de igualdad. Basándose en los datos de la proporción de mujeres que dirigen explotaciones agrícolas, el valor del indicador sugiere que existe una desigualdad.

El mayor es el valor del Índice de adaptabilidad al entorno social. Teniendo en cuenta los cambios en la estructura social, la disminución del número de personas empleadas en la agricultura, así como la crisis demográfica en las zonas rurales, se observa una tendencia positiva en la relación entre la formación bruta de capital fijo y la disponibilidad de mano de obra. Esto significa que la escasez de mano de obra podría resolverse con éxito con más formación de capital.

La **sostenibilidad ambiental** de la agricultura búlgara se evalúa en general como buena. Es el sujeto de evaluación con indicadores más diversos que abarcan ocho principios de sostenibilidad ambiental. El nivel más alto de sostenibilidad se ha medido para el consumo efectivo de energía y la adaptabilidad al medio ambiente. Las preocupaciones se derivan del nivel de los índices de algunos de los principios que son fundamentales para garantizar la sostenibilidad del medio ambiente. Tales principios son la calidad del aire, la biodiversidad, el bienestar de los animales y la producción orgánica.

Aplicando este enfoque sistemático, la sostenibilidad Social - Ecológica de la agricultura búlgara se evalúa como ***Buena***. Sin embargo, los datos revelan que todavía queda mucho por hacer para garantizar que la agricultura no perjudique al medio ambiente y a la biodiversidad. Es importante señalar que en varios aspectos, la agricultura búlgara demuestra una fuerte sostenibilidad; por ejemplo, el consumo efectivo de energía. Lo importante es asegurarse de que, en caso de un crecimiento económico más intenso, estos factores con alta puntuación no se deterioren.

7.3. Alemania

La Agencia Federal del Medio Ambiente (UBA) ha realizado numerosos estudios de casos en todos los ámbitos de la protección del medio ambiente: desde el transporte y la agricultura hasta la protección del agua y la biodiversidad.

Caso 1:

A ha ganado la lotería. Quiere invertir su dinero. Es muy habilidoso lavando coches. La pregunta es, ¿qué es lo primero que necesita aclarar en términos de la ley ambiental si quiere iniciar un lavadero de autos?

Permiso de control de inmision, Artículos 4, 6 BimSchG.

La Ley Federal de Control de Inmisiones (BimSchG) es la ley especializada más importante en el ámbito de la protección del medio ambiente en su conjunto.

Ley de protección contra los efectos ambientales nocivos causados por la contaminación atmosférica, el ruido, las vibraciones y procesos similares (Ley Federal de Control de Inmisiones - BImSchG)

Artículo 4 Aprobación

(1) La construcción y el funcionamiento de las instalaciones que, por su naturaleza o funcionamiento, sean particularmente susceptibles de causar efectos nocivos en el medio ambiente o de poner en peligro, perjudicar o perturbar gravemente al público en general o al vecindario, así como de las instalaciones fijas de eliminación de residuos para el almacenamiento o el tratamiento de los mismos, requerirán un permiso. Con excepción de las instalaciones de eliminación de residuos, las instalaciones que no tengan fines comerciales y no se utilicen en el marco de actividades económicas sólo requerirán un permiso si son particularmente adecuadas para causar efectos nocivos en el medio ambiente por la contaminación atmosférica o el ruido. El Gobierno Federal, tras escuchar a las partes implicadas (Artículo 51), determinará por instrumento legal, con el consentimiento del Bundesrat, qué instalaciones requieren un permiso (instalaciones que requieren un permiso); el instrumento legal también puede estipular que no se requiere un permiso si una instalación, en su totalidad o en sus partes esenciales especificadas en el instrumento legal, ha sido aprobada según su tipo de construcción y se construye y opera de acuerdo con la aprobación de tipo.

Artículo 6 Requisitos para la concesión de licencias

La autorización se concederá si

1. Se garantiza el cumplimiento de las obligaciones derivadas del artículo 5 y de un instrumento legal emitido sobre la base del artículo 7, y

2. Otros reglamentos de derecho público y de salud y seguridad en el trabajo no entran en conflicto con la construcción y el funcionamiento de la instalación.

En el caso de instalaciones que sirvan a diferentes modos de funcionamiento o en las que se utilicen diferentes sustancias (instalaciones polivalentes o multisustancias), la licencia se ampliará para abarcar los diferentes modos de funcionamiento y las sustancias, previa solicitud, si los requisitos previstos en el párrafo 1 del artículo 2 de la Convención de Viena sobre el Derecho de los Tratados se cumplen. 1 se cumplen para todos los modos de operación y sustancias comprendidas.

Tampoco se podrá denegar un permiso de modificación solicitado si, tras su aplicación, no se cumplen todos los valores de inmisión de un reglamento administrativo conforme al artículo 48 o de un instrumento jurídico conforme al artículo 48a, pero si

1.) La contribución a la inmisión de la instalación se reduce por el proyecto de manera significativa y en mayor medida de lo que es exigible por órdenes ulteriores de conformidad con el párrafo 1 del artículo 17, teniendo en cuenta la frase 3 del párrafo 3 del artículo 17,

2.) se aplican nuevas medidas de control de la contaminación atmosférica, en particular medidas que van más allá del estado de la técnica en las plantas de nueva construcción,

3.) El solicitante también presenta un plan de gestión de inmisiones para reducir su participación en los contaminantes con el fin de lograr el cumplimiento posterior de los requisitos previstos en el párrafo 1 del artículo 5, Nº 1, y

4.) Las circunstancias específicas no requieren la revocación del permiso.

Artículo 21 Red de biotopos, interconexión de biotopos

1.) La red de biotopos interconectados sirve para salvaguardar permanentemente las poblaciones de fauna y flora silvestres, incluidos sus hábitats, biotopos y comunidades bióticas, y para preservar, restaurar y desarrollar interrelaciones ecológicas funcionales. También debería contribuir a mejorar la coherencia de la red Natura 2000.

2.) La red de biotopos debe ser transnacional. Los "Länder" se consultarán entre sí al respecto.

Caso 2:

¿Y si uno quiere establecer su planta en una zona agrícola de gran belleza? ¿Hay alguna restricción agrícola?

Ley de conservación de la naturaleza: normas generales de intervención, Artículos 18 - 21 BNatSchG, Artículo 4 ss LG NRW 2. designación de zonas protegidas, Artículos 22 ss BNatSchG

Artículo 16 Recopilación de medidas de compensación

Las medidas de conservación de la naturaleza y de gestión del paisaje que se hayan llevado a cabo con vistas a las intervenciones previstas se reconocerán como medidas compensatorias o de sustitución, siempre que

1. Se cumplen los requisitos del párrafo 2 del Artículo 15,
2. Se llevaron a cabo sin ninguna obligación legal,
3. No se utilizaron fondos públicos para este propósito

Artículo 18 Relación con la ley de construcción

Si se prevén alteraciones de la naturaleza y el paisaje por la elaboración, modificación, complementación o cancelación de planes o estatutos de uso del suelo urbano de conformidad con el artículo 4 (4) frase 1 número 3 del Código de Construcción Alemán, las decisiones sobre la anulación, compensación y sustitución se adoptarán de conformidad con las disposiciones del Código de Construcción Alemán.

Artículo 19 Daños a ciertas especies y hábitats naturales

Los daños a las especies y hábitats naturales en el sentido de la Ley de Daños Ambientales son todos los daños que tengan efectos adversos significativos en el cumplimiento o mantenimiento del estado de conservación favorable de esos hábitats o especies.

Artículo 21 Red de biotopos, interconexión de biotopos

1.) La red de biotopos interconectados sirve para salvaguardar permanentemente las poblaciones de fauna y flora silvestres, incluidos sus hábitats, biotopos y comunidades bióticas, y para preservar, restaurar y desarrollar interrelaciones ecológicas funcionales. También debería contribuir a mejorar la coherencia de la red Natura 2000.

2.) La red de biotopos debe ser transnacional. Los "Länder" se consultarán entre sí al respecto.

(3) La red de biotopos está formada por zonas centrales, zonas de conexión y elementos de conexión.

Caso 3:

(1) A establece su planta de pintura en una hermosa zona donde pasa un río cercano. De vez en cuando arroja en secreto al río los productos químicos tóxicos producidos en su negocio. ¿Está permitido hacer esto y puede ser castigado por ello?
(2) (1) Derecho de aguas (WHG, LWG): permisos y autorizaciones del derecho de aguas para el uso de las masas de agua en el sentido del derecho de aguas WHG, §§ 7, 8 WHG, §§ 25 - 28 LWG NRW
(3) 2) Ley para el ordenamiento del balance hídrico (Ley de Recursos Hídricos - WHG)

§ Artículo 8 Permiso, licencia

1) La utilización de una masa de agua requerirá un permiso o autorización, salvo que se disponga otra cosa en la presente Ley o en los reglamentos dictados en virtud de la misma.

2) No se requerirá ningún permiso o autorización para el uso de una masa de agua con el fin de evitar un peligro actual para la seguridad pública, siempre que la amenaza de daño sea más grave que los cambios adversos en las propiedades de la masa de agua resultantes de dicho uso. Se informará sin demora a la autoridad competente de dicho uso.

Responsabilidad penal por delitos ambientales (no sólo por contaminación del agua): §§ Artículos 324 y siguientes del Código Penal; además de los delitos administrativos, aquí el artículo 41 de la Ley de Hidrocarburos (WHG).

Código Penal (StGB) Artículo 324 Contaminación del agua

El que sin autorización contamine una masa de agua o afecte negativamente a sus propiedades será castigado con una pena de prisión de hasta cinco años o una multa. 2) La tentativa es punible

7.4. España

We have selected some experiences that have been carried out in Spain under the umbrella of public administrations and private management.

Caso 1:

El Organismo Autónomo Parques Nacionales, dependiente del Ministerio para la Transición Ecológica, organiza anualmente el **Programa de Voluntariado en Parques Nacionales**. Es una oportunidad única para conocer estos espacios protegidos colaborando en programas de conservación de los ecosistemas y de restauración del patrimonio natural y cultural. Para poder participar es necesario ser mayor de edad. Todos los gastos de participación corren por cuenta de la organización, excepto los gastos de desplazamiento hasta el espacio protegido que deberán ser abonados por el voluntario. El Programa de Voluntariado asume el doble reto de:

- facilitar la sensibilización, la concienciación y el cambio de actitudes ante el medio ambiente como herramienta de educación ambiental
- ofrecer un espacio que satisfaga la creciente demanda de participación social en el conocimiento y la intervención sobre la calidad y conservación del entorno

El **voluntario ambiental** ofrece:

- dedicación, compromiso y contribución a la mejora del patrimonio natural
- interés, motivación y tiempo libre

El **Organismo Autónomo Parques Nacionales** aporta:

- dirección técnica, información y formación
- alojamiento, manutención y transportes dentro de los Parques
- seguros de accidente, enfermedad y responsabilidad civil
- materiales para las actividades e identificación de los voluntarios

Figura 1. Voluntarios en un Parque Forestal Nacional

Fuente: Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico (Gobierno de España)

Caso 2:

"Hogares Verdes" es un programa educativo dirigido a familias preocupadas por el impacto ambiental y social de sus decisiones y hábitos cotidianos. Con esta iniciativa se desea acompañarlas en el proceso de cambio hacia una gestión más responsable de su hogar:

- promoviendo el autocontrol del consumo doméstico de agua y energía
- introduciendo medidas y comportamientos ahorradores
- ayudando a hacer una compra más ética y más ecológica

El programa ofrece a los participantes:

- Reuniones trimestrales donde se intercambia información sobre cuestiones básicas y muy prácticas relacionadas con los temas que se estén abordando en cada momento
- Atención personalizada, presencial o a través de teléfono y correo electrónico, para ayudar a resolver todas las dudas que surjan
- Materiales con información y recomendaciones prácticas y un sencillo equipo de muestra y ahorro

Los participantes se comprometen en sus hogares a:

- Cumplimentar un cuestionario inicial y final sobre agua, energía y movilidad
- Facilitar datos sobre sus consumos domésticos

Caso 3:

La **Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas (FIRE)** es una entidad privada sin ánimo de lucro que nace en 2.006 con el fin de la restauración y conservación de los ecosistemas, transfiriendo el conocimiento académico a proyectos operativos con el máximo rendimiento social posible. Se compone de una red de más de 30 profesores, investigadores, estudiantes y profesionales de distintas instituciones académicas, organizaciones no gubernamentales y empresas de varios países europeos y latinoamericanos.

Sus objetivos son:

- Desarrollar investigación aplicada para la restauración de ecosistemas
- Impulsar, coordinar y ejecutar proyectos de restauración
- Diseminar el conocimiento para la toma de decisiones en el ámbito de las políticas públicas para el desarrollo sostenible

- Promover las relaciones entre la comunidad científica y diferentes actores sociales, con el objetivo de desarrollar proyectos y acciones de restauración de ecosistemas
- Diseñar, realizar y evaluar programas de formación y capacitación para estudiantes, profesionales y técnicos
- Promover y apoyar la creación, consolidación y desarrollo de empresas e iniciativas sociales dirigidas al aprovechamiento sostenible de los recursos naturales

Además de colaborar en proyectos internacionales de relevancia, los principales proyectos propios ejecutados son:

Campos de Vida: para conciliar actuaciones de restauración ecológica con la utilización agrícola del territorio. Comprende la revegetación de lindes y de caminos, la introducción de islotes de vegetación leñosa, la restauración de puntos de agua (charcas, fuentes, abrevaderos), la colocación de cajas nido para aves y la construcción de refugios para la fauna

Custodia del Territorio: estrategias e instrumentos para facilitar las iniciativas de conservación y el buen uso de los valores y recursos naturales, culturales y paisajísticos de un territorio mediante la participación directa de la sociedad civil.

Control aviar de plagas: evaluar las actuaciones de restauración ecológica de ciertas especies de aves insectívoras y pequeñas y medianas rapaces, que son útiles para el control biológico de plagas agrícolas y forestales

RestauRural: proyecto de restauración ecológica y mejora de la calidad ambiental del entorno rural, que se lleva a cabo con la participación voluntaria de escolares para la detección, recogida y clasificación de residuos en sus municipios

Diplomado "Restauración de ecosistemas y servicios ambientales": formación on-line sobre restauración ecológica

Publicación del cuento "Las aventuras de Doña Bellota": escrito por Victoria González, está destinado a acercar el conocimiento sobre la regeneración natural del bosque mediterráneo a los niños

Figura 2. Proyecto "Bosques Análogos para la restauración ecológica del Mediterráneo"

Fuente: FIRE 2018

7.5. Italia

Caso 1: El programa INFEA

El programa INFEA (INFormazione Educazione Ambientale - Información sobre Educación Ambiental) fue creado en el año 2000 por iniciativa del Ministerio de Medio Ambiente: tiene como objetivo difundir información, formación y estructuras de educación ambiental en todo el país.

El sistema INFEA se configura como una integración de sistemas a escala regional, donde la administración regional desempeña un papel de escucha, propuesta y coordinación, promoviendo un diálogo continuo con los actores implicados en el mundo de la educación ambiental y la ecología.

El programa INFEA, expresión de dicho sistema, difunde en todo el país estructuras y herramientas para asistir y fortalecer el papel de las Regiones y orientar las acciones hacia la construcción de un Sistema Nacional de Educación, Capacitación e Información Ambiental/ecolección.

El Estado, las Regiones y las Provincias autónomas se dirigen, por lo tanto, directamente y se comprometen a fortalecer y desarrollar su acción conjunta en el ámbito de la educación ambiental y el desarrollo sostenible, mediante la estipulación de acuerdos de programas concertados cofinanciados con las comunidades regionales, nacionales y locales.

La Red INFEA

La red IN.F.E.A. de Información, Capacitación y Educación Ambiental es un instrumento del Sistema Nacional IN.F.E.A. para promover el intercambio de objetivos y proyectos orientados a la sostenibilidad y la protección del medio ambiente como un bien común entre los sujetos que forman parte de la propia red.

La red reúne a todos los centros de educación ambiental, tanto públicos como privados, y está coordinada por el Ministerio de Medio Ambiente en todas las regiones.

Cada Región tiene, por lo tanto, la función de coordinar los centros establecidos en su territorio, en colaboración con los Organismos Regionales de Protección del Medio Ambiente y las Oficinas Escolares Regionales.

La red está compuesta por más de 200 centros de educación ambiental, 360 áreas naturales y 1500 disciplinas.

Todas las entidades que realizan Educación Ambiental en el contexto de la red INFEA deben tener acuerdos con los organismos públicos.

Las actividades de la red

La red, en cada región

a. Realiza intervenciones de educación ambiental/ecolección para la promoción, programación y ejecución de proyectos educativos, mediante la realización de comparaciones, la concienciación, la capacitación, la información sobre las cuestiones relacionadas con la educación para el desarrollo sostenible;

b. recoge información y datos para alimentar el Sistema Regional de Información: desempeña la doble función de recoger y difundir las iniciativas de educación ambiental que se llevan a cabo en cada zona, a fin de dar visibilidad a los proyectos y permitir a los maestros, educadores, administradores y ciudadanos individuales acceder a los recursos disponibles en la web o directamente desde los centros;

c. opera en las siguientes áreas de intervención: Medio ambiente y salud, Alimentación y agricultura, Biodiversidad, Ciudadanía y bienes comunes, Consumo y estilos de vida, Energía sostenible, Negocios y economía verde, Movilidad sostenible, Recursos ambientales, Uso de la tierra.

Caso 2: Los procesos Locales de la AGENDA 21

Los procesos de participación concienciada de los ciudadanos se expresan en la Agenda 21 local, la acción local de desarrollo sostenible a través de métodos e instrumentos interdisciplinarios, participativos y empoderadores.

La Agenda 21 toma el desarrollo sostenible como filosofía subyacente, acompañándolo en un proceso que genera estrategias, objetivos, herramientas, acciones, criterios y métodos de evaluación de resultados. La definición de los objetivos está estrictamente relacionada con la construcción de las condiciones necesarias para la acción concreta: consentimiento, interés, sinergias, recursos humanos y financieros.

La base metodológica de la Agenda 21 local es la integración del factor ambiental con la economía de todos los sectores, la industria, el transporte, la energía, la agricultura, el turismo y con los aspectos sociales, el empleo, la condición de las mujeres y de los jóvenes, la formación, la calidad de vida en materia de salud, especialmente de los niños y de los ancianos y de los grupos vulnerables.

Los organismos públicos que han desarrollado y desarrollan los procesos de Agenda Local21 actúan la ecología a través de la participación y las reuniones de formación de los grupos de trabajo temáticos locales que generan los Planes de Acción Local Sostenibles.

Caso 3: Alianza Italiana para el Desarrollo Sostenible - Asvis

Asvis se fundó en 2016 para sensibilizar a la sociedad italiana, los agentes económicos y las instituciones sobre la importancia de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible y para movilizarlos con el fin de alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible. En la actualidad, la Alianza reúne a 270 de las instituciones y redes más importantes de la sociedad civil y las empresas.

En su compromiso de crear un mundo más sostenible, la educación desempeña un papel crucial y, por lo tanto, ha puesto en marcha numerosas actividades de apoyo a las

vías educativas para que cada persona se convierta en un agente de cambio, dotándose de los conocimientos, las aptitudes, los valores y las actitudes necesarios para poder tomar decisiones informadas y actuar de manera responsable en pro de la integridad del medio ambiente, la sostenibilidad económica y una sociedad más justa para las generaciones presentes y futuras.

La ASviS colabora con el Ministerio de Educación en la aplicación del "Plan de Educación para la Sostenibilidad". Gracias a este grupo de trabajo, la Alianza ha firmado un Memorando de Entendimiento con el Ministerio para promover y difundir iniciativas de información, capacitación y difusión de la cultura del desarrollo sostenible dirigidas a todos los componentes del mundo escolar de todos los niveles. Asvis también colabora estrechamente con la "Red de Universidades para el Desarrollo Sostenible" (RUS).

Entre las actividades y proyectos lanzados por la Alianza en este campo, o que han contado con la colaboración de la misma, cabe mencionar:

- la competición nacional Miur-ASviS para escuelas italianas sobre SDG, titulada "Facciamo 17 Goal". Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible", con el objetivo de promover el conocimiento, la difusión y la adopción de los estilos de vida previstos en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible;
- el curso de formación ON-LINE ASviS, disponible en línea, que dura unas tres horas e ilustra la Agenda 2030 y el sistema de SDG;
- a Escuela de Verano de Siena sobre el Desarrollo Sostenible, puesta en marcha por la ASviS para educar sobre cuestiones de sostenibilidad, en colaboración con la Fondazione Enel, Leonardo, la Red Universitaria para el Desarrollo Sostenible (Rus), la Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible de Italia, la Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible del Mediterráneo y el Laboratorio de la Universidad de Siena Santa Chiara. La escuela se centra en la comprensión de los desafíos que plantea un mundo insostenible y en la promoción de soluciones concretas.

En el sitio web de Asvis se puede consultar un Catálogo de materiales Didácticos para la Educación para el Desarrollo Sostenible con materiales producidos a lo largo de los años por organizaciones no gubernamentales, fundaciones, organismos públicos y el mundo de la educación para el desarrollo y la ciudadanía mundial.

ANEXO: RESPUESTAS

Capítulo 1

1) F	2) T	3) F	4) T	5) T	6) F	7) F	8) T	9) F	10) T
11) D	12) B	13) C	14) A	15) D	16) C	17) C	18) D	19) B	20) A

Capítulo 2

1) T	2) F	3) F	4) T	5) F	6) T	7) F	8) T	9) F	10) T
11) F	12) T	13) T	14) F	15) T	16) T	17) F	18) T	19) T	20) D
21) B	22) C	23) D	24) B	25) A	26) C	27) A	28) D	29) A	30) B
31) C	32) C	33) A	34) C	35) D	36) C	37) D	38) B	39) D	40) B
41) C									

Capítulo 3

1) F	2) T	3) F	4) F	5) T	6) T	7) T	8) F	9) T	10) T
11) A	12) C	13) B	14) D	15) B	16) D	17) D	18) D	19) A	20) B

Capítulo 4

1) F	2) T	3) T	4) F	5) T	6) T	7) F	8) T	9) T	10) F
11) D	12) A	13) D	14) C	15) A	16) D	17) B	18) D	19) B	20) A

Capítulo 5

1) T	2) F	3) F	4) T	5) T	6) F	7) F	8) T	9) F	10) F
11) C	12) D	13) C	14) A	15) C	16) B	17) C	18) A	19) B	20) A

Capítulo 6

1) F	2) T	3) F	4) F	5) F	6) T	7) T	8) F	9) T	10) F
11) d	12) c	13) b	14) a	15) d	16) c	17) b	18)a	19)d	20) c
21) b	22) a	23) d	24) c	25) b	26) a	27) d	28) c	29) b	30) a