

El reto de la vida

Una introducción al estudio del medio ambiente



Augusto Angel Maya

EL RETO DE LA VIDA

-ECOSISTEMA Y CULTURA-

UNA INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL MEDIO AMBIENTE

Augusto Ángel Maya

CONTENIDO

EL RETO DE LA VIDA
Ecosistema y Cultura
Una Introducción al Estudio del Medio Ambiente

Cítese como:
ÁNGEL-MAYA, AUGUSTO. 2013. El Reto de la Vida. Ecosistema y Cultura, Una
Introducción al Estudio del Medio Ambiente. Segunda edición. Publicación en línea:
www.augustoangelmaya.com

Primera edición: 1996. Serie Construyendo el Futuro N° 4. Ecofondo. Bogotá.



® Todos los derechos reservados. Esta obra puede ser usada y distribuida siempre y cuando se cite la fuente.
No está permitida su venta ni su distribución con ánimo de lucro. Para mayor información acerca de las obras
del autor ver: www.augustoangelmaya.com

contenido

CONTENIDO	5
PRESENTACIÓN	11
INTRODUCCIÓN	19
LOS HECHOS INSOBORNABLES	20
PRIMERA PARTE:	
LAS EXPLICACIONES	23
1.1. UNA INTERPRETACIÓN DIFÍCIL	25
1.2. EL HOMBRE MÁQUINA	26
1.3. EL HOMBRE MONO	28
SEGUNDA PARTE: EL ECOSISTEMA	31
2.1. ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE	33
2.2. EL ECOSISTEMA	34
2.2.1 . Flujo energético	35
2.2.2. Los niveles tróficos	38
2.2.3. Los Ciclos bio-geo-químicos	40
2.2.4. El nicho ecológico	43

2.2.5. El equilibrio ecológico	46
2.2.6. La resiliencia	47
2.3. LAS ZONAS DE VIDA	48

TERCERA PARTE:

LAS TRANSFORMACIONES DEL ECOSISTEMA	53
3.1. LOS CAMBIOS NATURALES	54
3.2. LAS MODIFICACIONES HUMANAS	55
3.2.1. Modificación de los flujos energéticos	56
3.2.2. La ruptura de los ciclos bio-geo-químicos	60
3.2.3. La desarticulación de las cadenas tróficas.	60
3.2.4. El nicho del hombre y los equilibrios tecno-biológicos	64
3.2.5. Resiliencia ecosistémica y resiliencia tecnológica	64
3.3. CONSECUENCIAS	66

CUARTA PARTE:

LA CULTURA COMO SISTEMA DE ADAPTACIÓN	69
4.1. LAS DIFERENCIAS EVOLUTIVAS DEL HOMBRE	70
4.2. LA CULTURA COMO FASE EVOLUTIVA	74
4.3. LA CONSOLIDACIÓN DE LA PLATAFORMA INSTRUMENTAL	75

4.4. LA CULTURA COMO PLATAFORMA INSTRUMENTAL	79
4.5. DEFINICIÓN DE CULTURA	80
4.6. ORDEN ECOSISTÉMICO Y ORDEN CULTURAL	82
4.7. MEDIO AMBIENTE Y CULTURA	83

QUINTA PARTE:

LAS ARTICULACIONES DE LA CULTURA	89
5.1. LA POBLACIÓN	91
5.1.1. Las preocupaciones	91
5.1.2. El Problema	92
5.1.3. Las Explicaciones	95
5.2. EL PARADIGMA TECNOLÓGICO	96
5.2.1. El Significado	96
5.2.2. Prometeo encadenado: La percepción cultural de la tecnología	97
5.2.3. La técnica como instrumento adaptativo	98
5.2.4. La técnica en la historia	99
5.2.5. Técnica y medio ambiente	101
5.2.6. Explicaciones y soluciones	102
5.3. SOCIEDAD	103
5.3.1. Definición y método	103

5.3.2. Sociedad y evolución	104
5.3.3. Analogías y diferencias	105
5.3.4. El influjo del medio	106
5.3.5. La sociedad como transformadora del medio	107
5.4. LOS SÍMBOLOS	108
5.4.1. Qué es el mundo simbólico	109
5.4.2. Los símbolos como vestido social	110
5.4.3. Símbolo y Medio Ambiente	110
5.4.4. Mundo simbólico y ecosistema	113

CONCLUSIÓN:

EL MODELO ECOSISTEMA Y CULTURA	117
---------------------------------------	------------

ORIENTACIÓN BIBLIOGRÁFICA	123
----------------------------------	------------

PRESENTACIÓN

(Escrita Por Humberto Rojas Ruiz, para la primera edición publicada en 1996 por Ecofonfo)

Apenas llevaba unos pocos días de haber asumido la Dirección Ejecutiva de la Corporación Ecofondo cuando el Editor del libro de Augusto Ángel Maya, titulado El Reto de la Vida: Ecosistema y Cultura. Una Introducción al Estudio del Medio Ambiente, me solicitó escribiera una breve Presentación de esta singular obra.

Acometí esta tarea con especial entusiasmo pero pronto me encontré con una enorme dificultad: ¿Cómo hacer una presentación decente a un trabajo intelectual tan acabado y redondo? Después de muchas cavilaciones me pareció que ésta era una magnífica oportunidad para organizar unas cuantas reminiscencias acerca del largo y fecundo trabajo intelectual de Augusto, las cuales, espero, sirvan de marco de referencia para quienes, sin conocer a este personaje único o habiéndolo conocido muy recientemente, se adentren en la lectura de su más reciente escrito.

Conocí personalmente a Augusto hace alrededor de un cuarto de siglo. Algunos amigos comunes me habían transmitido con anterioridad algunas impresiones sobre los profundos conocimientos filosóficos e históricos de Ángel Maya, que se aunaban a una exquisita calidad humana. Por estos años el pensamiento ambiental latinoamericano apenas comenzaba a dar sus primeros pinitos. En éstos había sido determinante el Centro Iberoamericano de Formación en Ciencias Ambientales (CIFCA), que apoyado generosamente por el gobierno español, había aglutinado a su alrededor a un grupo selecto de profesores y brillantes alumnos, quienes muy rápidamente aventajaron a sus mentores y se convirtieron ellos mismos en los verdaderos iniciadores de una significativa línea de producción intelectual de corte ambiental. Augusto fue uno de esos pioneros y adquiriría desde entonces el compromiso y la misión de contribuir a construir palmo a palmo una sólida escuela de pensamiento ambiental.

En esas intensas labores estaba, cuando nos conocimos debido a una particular coyuntura. En efecto, un grupo de jóvenes profesionales provenientes de las ciencias sociales, después de haber incursionado brevemente por la academia y por la planeación nacional, nos habíamos lanzado a la aventura de hacer consultoría en Colombia donde no había antecedentes en este sentido pues Fedesarrollo apenas estaba en su fase de constitución en los campos de lo económico, lo social, lo cultural y lo legal, y desde estos campos nos habíamos deslizado muy fácilmente hacia lo ambiental. Habíamos constituido una oficina privada de consultoría a la que denominábamos Oficina de Investigaciones Socio-

Económicas y Legales (OFISEL Ltda.), alrededor de la cual se fue conformando un grupo de investigadores y consultores que llegó a hacer significativos aportes en lo conceptual y en lo metodológico de todas estas diversas áreas.

Como integrantes de OFISEL fuimos introduciendo la dimensión ambiental en la planeación socio-económica, al principio muy tímidamente pero luego con el pleno convencimiento de que nos movíamos en un área del conocimiento no solamente novedoso sino de una creciente importancia. Tuvimos la oportunidad única de realizar un primer gran estudio de impacto ambiental de los planes de desarrollo turístico que el gobierno nacional había formulado, sobre la Bahía de Cartagena, las Islas del Rosario y el Parque Natural Tayrona. Después pudimos participar de una manera muy significativa en el estudio que se denominó Proyecto de Ecodesarrollo de la Ciénaga Grande de Santa Marta, trabajo que tuvo una importante proyección internacional pues ya en dicho proyecto se hacían unos primeros planteamientos, al menos para Colombia, sobre lo que se debería entender por desarrollo sostenible.

Para entonces se sentía la necesidad de tener la mirada interdisciplinaria sobre esta problemática, lo que implicaba un primer gran esfuerzo de reflexión epistemológica acerca de los aportes que cada una de las disciplinas, y a la vez todas miradas en su conjunto, podían hacer a un análisis serio y a una búsqueda de soluciones a todos estos problemas que mostraban tan alta complejidad.

Aquí la contribución de Augusto Ángel fue importantísima. Estaba ya vinculado a la oficina Regional del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en Ciudad de México, y allí encontró un espacio de debate y mutuo enriquecimiento. Con el apoyo de Colciencias y del CIFCA así como del Inderena, en Colombia se dieron unos primeros pasos para poner en marcha un proyecto tendiente a la articulación de las varias disciplinas con el propósito de evaluar sus diferentes posiciones y probables aportes a la comprensión de lo ambiental que cada vez más se presentaba como una crisis de insospechadas proporciones. El proyecto, por entonces bajo la coordinación de Enrique Leff, continuó en la Oficina Regional del PNUMA donde el interés por encontrar las mejores respuestas a tantos interrogantes que surgían y se planteaban día a día, se mantuvo muy en alto durante varios años.

Augusto se mantenía enfrascado en diversas discusiones, siempre teniendo como eje central la articulación de las ciencias, lo que lo mantuvo particularmente activo en el repaso de sus conocimientos amplísimos, casi enciclopédicos, y en la indagación de las respuestas que las varias disciplinas, que no le eran ajenas, podían dar a esas complejas cuestiones. Sin duda, más de una vez pudo sentirse

profundamente frustrado ante las visiones estrechas y las respuestas insuficientes que encontraba en esas numerosas lecturas de textos especializados.

Una oportunidad única se le presentó al equipo que se había ido conformando, de poner a prueba las disquisiciones epistemológicas y teóricas que habíamos desarrollado y construido en esos años. La ocasión fue el Proyecto, que el gobierno venezolano, a través del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR), junto con el PNUD/PNUMA, lanzó con el nombre de Macro Sistema Ambientales Venezolanos. Técnicos de diversa procedencia disciplinaria del MARNR además del núcleo del equipo, por entonces más consolidado y ampliado especialmente con un contingente muy calificado proveniente de la Fundación Bariloche, realizaron una tarea de lujo que todavía hoy es motivo de orgullo de los venezolanos, quienes siguen fieles a los resultados que arrojó el proyecto, utilizándolos de una manera muy enriquecedora en los procesos de planeación de nuestro hermano país.

También en esta oportunidad Augusto Ángel fue un magnífico compañero de viaje, un poco hacia lo desconocido, pues se trataba de un enorme ensayo nacional, sin casi antecedentes a nivel mundial, al cual los directivos del MARNR le estaban apostando su bien ganado prestigio. Afortunadamente, como ya se dijo, los resultados positivos mostraron que los esfuerzos anteriores de articular las varias disciplinas, no habían sido en vano.

Después de varios años de viajar y contribuir al avance del pensamiento ambiental por distintos países latinoamericanos, Augusto Ángel decidió regresar a su bien amada patria colombiana. Llegó con el mismo entusiasmo con que había partido y había trabajado en el exterior. Fue artífice clave en la creación y fortalecimiento de instituciones, como el IDEA de la Universidad Nacional, del cual fue director. En este medio propicio para la reflexión pausada, continuó construyendo y aumentando sus ya amplios conocimientos, convirtiéndose en un verdadero erudito en este vasto campo de lo ambiental. Expresión de esa erudición son sus últimos escritos aparecidos en varias publicaciones pero particularmente este libro, cuya presentación me honra sobremanera.

Esta es, pues, una valiosa obra que condensa miles de horas de lectura, reflexión y discusión sobre los desarrollos filosóficos, teóricos y metodológicos que las ciencias naturales y sociales han realizado respecto a esas inmensas cuestiones que el ser humano siempre se ha planteado: ¿Cuál es la ubicación del hombre en este inmenso mundo físico que lo rodea? ¿Cómo se rige este mundo, o sea, cuáles son las leyes que determinan su funcionamiento? ¿Cómo se rige el mundo social y cultural creado por el hombre? ¿Con las mismas normas y leyes del mundo

físico o con otras muy distintas? ¿Cuáles son las modificaciones que el hombre puede introducir en el funcionamiento de lo natural sin que se produzcan procesos irreversibles de deterioro o nos movemos en un mundo sin esperanza? ¿De qué profundidad es la crisis ambiental, que aterroriza a tantos habitantes de este planeta gravemente herido por las acciones de muchos que, sin embargo, no parecieran estar conscientes de la gravedad de sus intervenciones?

El propósito de Augusto Ángel está muy bien resumido en la Introducción Los Hechos Insobornables, donde él mismo escribe lo siguiente:

“Superando las visiones restringidas que interpretan lo ambiental como un problema ecológico o exclusivamente tecnológico, esta propuesta intenta comprenderlo como un objeto de estudio en todas las disciplinas científicas, desde las ciencias naturales y tecnológicas, hasta las ciencias que estudian el comportamiento humano. El problema ambiental es responsabilidad de todos.”.

Partiendo de este anuncio propositivo, el autor va llevando de la mano al lector, como un tutor que debe transmitir a su pupilo de una manera muy pedagógica todos aquellos profundos conocimientos que para adquirirlos, sin duda tuvo que soportar sufrimientos y dificultades a lo largo de un gran número de años. Muy probablemente en esos penosos procesos, adhirió temporalmente a algunas posiciones conceptuales que en su momento, parecían ofrecer respuestas satisfactorias a varios de aquellos interrogantes, para luego encontrar, cuando nuevas lecturas y discusiones vinieron a modificar y ampliar el horizonte cognoscitivo, que las mismas se quedaban cortas en su capacidad explicativa, si bien podían haber avanzado hacia la clarificación de un determinado campo. Muy seguramente todos estos enfrentamientos intelectuales fueron solucionados y decantados poco a poco, después de sobrellevar debates internos o tenerlos en foros públicos, de tal modo que el lector desprevenido se encuentra con un texto fluido, claro y fácil de leer, por donde puede suponer que fue producido muy fácilmente. Todo lo contrario.

En el texto de Augusto Ángel Maya, que Ecofondo pone a consideración del gran público lector, porque es nuestra intención que este tipo de publicaciones llegue hasta los más recónditos lugares del país y ojalá del exterior, su autor comienza señalando un par de explicaciones incompletas de lo ambiental, que se han manejado en diversos círculos intelectuales, para luego adentrarse en una presentación de los principales elementos del ecosistema –flujo energético, niveles tróficos, ciclos bio-geo-químicos, nicho ecológico, equilibrio ecológico, resiliencia- y de las transformaciones, que por acción del hombre, ha venido experimentando dicho ecosistema. Al respecto, Ángel Maya describe muy

sucintamente las varias clases de cambios inducidos por el hombre, a saber, modificación de los flujos energéticos, ruptura de los ciclos bio-geo-químicos, desarticulación de las cadenas tróficas, ruptura de los equilibrios ecológicos, modificación de los límites de la resiliencia.

Tras esta presentación de lo que es el Ecosistema y de las modificaciones que éste está experimentando, el autor procede a definir la Cultura y a establecer sus diferentes articulaciones –la Población, el Paradigma Tecnológico, la Sociedad, los Símbolos- para concluir con una brevísima descripción de su Modelo Ecosistema y Cultura. Por cierto, la brevedad de esta presentación final es quizá la debilidad que percibí más claramente a lo largo del texto, pues queda uno a la espera de un tratamiento más amplio del Modelo que ofrece tantas posibilidades.

Invito, pues, al lector a que emprenda cuanto antes el recorrido por las páginas del fascinante libro de Augusto Ángel Maya, con la seguridad de que al final de su lectura, tendrá la debida recompensa consistente en unas herramientas intelectuales, supremamente útiles, que le permitirán comprender, explicar y ojalá contribuir a solucionar la profunda crisis ambiental que a todos nos golpea sin piedad y que es la principal característica de este final de siglo.

Humberto Rojas Ruiz
Director Ejecutivo
Corporación Ecofondo

INTRODUCCIÓN

LOS HECHOS INSOBORNABLES

El hombre contemporáneo está sintiendo la crisis ambiental en todos los rincones de la vida cotidiana. El agua escasea en muchos municipios. La basura se acumula en los rincones de las ciudades. Cada vez es más remota la posibilidad de encontrar un río o una playa limpia.

Sin embargo, el problema ambiental no es solo una crisis del hombre moderno. Durante el paleolítico, cuando era cazador, el hombre inventó armas cada vez más potentes y acorralaba con fuego a sus presas. En seiscientos millones de años que llevaba la vida, no se había visto un espectáculo igual. Visto en retrospectiva, el hombre paleolítico nos parece un estúpido primitivo. Sin embargo, era un innovador asombroso. Con él empezaron los problemas ambientales.

Muchos siglos después, ese cazador tuvo que convertirse en agricultor. No se contentó con cazar o con extraer de la naturaleza su sustento, sino que empezó a transformarla. Escogió unas cuantas especies y las separó de las otras que crecían con ellas.

Los principales problemas ambientales que enfrentó el hombre hasta la revolución industrial moderna estuvieron relacionados con la caza y la actividad agrícola. Las circunstancias no variaron mucho hasta finales del siglo XVIII. En ese momento la principal fuente de energía utilizada por el hombre era la fuerza animal. Todavía se ve uno que otro burro en nuestras ciudades o en áreas de caminos destapados, arrastrando las pesadas carretas.

El panorama sin embargo se ha modificado drásticamente. Hoy en día el hombre utiliza solo una mínima proporción de energía animal. Las máquinas automatizadas han reemplazado a los bueyes, pero las máquinas necesitan también energía. La revolución industrial moderna ha sido ante todo una revolución energética. ¿De dónde sale la inmensa fuente de energía que mueve el mundo actual? El desarrollo moderno se ha basado fundamentalmente en la energía fósil. El hombre ha desenterrado durante dos siglos los gigantescos depósitos de plantas y animales que habían sido sepultados durante millones de años en las entrañas de la tierra.

La agradable facilidad de la vida moderna se está pagando cara. La tecnología ha ahorrado esfuerzo humano, pero en ocasiones puede resultar nefasta para el equilibrio de la vida. Los aerosoles evitan el pequeño esfuerzo de accionar una bomba manual para dispersar los insecticidas caseros, pero están debilitando

la capa de ozono, ese escudo atmosférico que defiende la vida de los rayos ultravioletas.

La agricultura moderna ha aumentado de manera asombrosa la producción de alimentos, de tal manera que la producción de granos ha venido creciendo más que la población humana. Sin embargo, ya en 1962, cuando Rachel Carson publicó “La Primavera Silenciosa”, unos de los primeros gritos de alerta del ambientalismo moderno, los agroquímicos amenazaban con envenenar el mundo.

El crecimiento de las ciudades se ha tomado justamente como un signo de modernización. América Latina y en particular Colombia, han invertido las proporciones entre población rural y urbana en menos de cincuenta años. Sin embargo, el crecimiento de las ciudades en los países pobres y la falta de solución a sus problemas ambientales pueden significar en el futuro, si no está significando ya, un punto de estrangulamiento del desarrollo moderno.

Por otra parte, la población sigue creciendo en forma muy desequilibrada. Mientras los países industrializados mantienen estable el número de habitantes o incluso tienen tasas negativas de crecimiento, los países del Tercer Mundo siguen creciendo muy por encima de su capacidad para mejorar la calidad de vida de las mayorías.

La presión sobre los recursos naturales también se ejerce en forma desigual. Los sistemas boscosos y agrícolas mantienen un cierto equilibrio en los países de la zona templada, en cambio los ritmos de deforestación en los países tropicales constituye uno de los principales problemas ambientales modernos.

Como contraprestación, los países industrializados se han venido sumergiendo en un vaho espeso de contaminación. Sus bosques se están muriendo no descuajados por el hacha del colono, sino enfermos por el efecto de la lluvia ácida. Igualmente, las ciudades están siendo sepultadas por la basura. Ya no hay donde depositar los residuos tóxicos.

Hemos mencionado solamente algunos de los efectos del desarrollo moderno sobre el sistema de la vida, pero podrían citarse muchos más. Podría aludirse al envenenamiento de las fuentes de agua, al deterioro de los suelos y a los procesos de erosión que sepultan la tierra fértil en los fondos marinos.

La crisis ambiental no responde, por tanto, a una falsa alarma. Es algo que está presente en la vida diaria y que quema la piel. Sin embargo, la ciencia no ha

logrado todavía explicarse con claridad los hechos. Ellos están allí tozudamente.

Ello no significa que no se hayan intentado explicaciones, pero la mayoría de ellas son aproximaciones parciales que explican solo porciones estrechas de la realidad. La ciencia moderna no está hecha para explicar sistemas, sino para desmenuzarlos como las piezas de un mecano.

La ciencia moderna no está hecha para explicar sistemas, sino para desmenuzarlos como la piezas de un mecano.

Por una parte las explicaciones que provienen de la biología y la ecología no saben que hacer con el hombre. Su comportamiento no les cabe en las leyes rigurosas que presiden el funcionamiento de los ecosistemas. Los ecólogos no han podido encontrar el nicho del hombre. A primera vista, parece un rebelde de la naturaleza.

Los ejemplos que se han elegido tienen únicamente como propósito orientar hacia la comprensión de la crisis ambiental. Allí están los hechos, crudos, insobornables. ¿Cómo explicarlos?

Ese es el propósito de la presente cartilla. Queremos presentar una explicación, lo mas sencilla posible, que permita comprender el problema ambiental como un problema que abarca la totalidad de la vida, incluso la del hombre mismo y la de la cultura.

Superando las visiones restringidas que interpretan lo ambiental como un problema ecológico o exclusivamente tecnológico, esta propuesta intenta comprenderlo como un objeto de estudio de todas las disciplinas científicas, desde las ciencias naturales y tecnológicas, hasta las ciencias que estudian el comportamiento humano. El problema ambiental es responsabilidad de todos.

PRIMERA PARTE: LAS EXPLICACIONES

1.1. UNA INTERPRETACIÓN DIFÍCIL

La crisis ambiental no es fácil de explicar. Generalmente se le atribuye a la mala voluntad del hombre, que desorganiza con su actividad el maravilloso orden de la naturaleza. ¿Es que acaso el ser humano tiene sobre sí un destino maléfico que lo sumerge necesariamente en la catástrofe? A lo largo de la historia del pensamiento, el hombre ha estado inclinado a pensarlo así. Los progresos técnicos lo han hecho temblar.

En los mitos griegos, Prometeo y Tántalo se ven atormentados por los dioses por el hecho de entregar a los hombres los secretos de la técnica. En las primitivas leyendas babilónicas el hombre comete un error al acceder al árbol de la ciencia y descubrir los secretos de la naturaleza. Su osadía le cuesta el destierro del paraíso, cuyo mito está extendido en casi todas las antiguas culturas agrarias.

Estos mitos no son solamente leyendas del pasado. Persisten todavía en las explicaciones contemporáneas de la crisis ambiental y de alguna manera se entreveran con las explicaciones de la ciencia. Los viejos mitos babilónicos mezclados con otras muchas visiones fueron transmitidos a la cultura occidental y difundidos por todo el planeta a través de la colonización europea, sepultando o relegando a un segundo plano las otras concepciones regionales, como las que predominaban en América en la época precolombina.

Las interpretaciones de las comunidades indígenas estaban más cerca de una visión ambiental de la naturaleza y de la actividad humana. A pesar de las inmensas diferencias que existían en las culturas aborígenes y su distinto grado de desarrollo, los mitos precolombinos vinculan al hombre a la naturaleza. Sin embargo, es muy poco lo que va quedando de esas visiones y ante nuestros ojos están muriendo las últimas culturas independientes.

La visión de la naturaleza y del hombre, que Europa ha transmitido al mundo, no es homogénea. En ella se entrelazan múltiples interpretaciones y de allí resulta la dificultad para comprender la problemática ambiental y la debilidad de las soluciones aportadas. La ciencia moderna no ha logrado establecer todavía su propio dominio, independientemente de la filtración de tradiciones anteriores. El hombre de hoy piensa la naturaleza con esquemas de interpretación que van desde los antiguos mitos de los Imperios Agrarios, hasta las leyes formuladas por la ciencia.

Además la ciencia ha construido sus métodos de análisis, más para dominar la naturaleza que para entenderla como un sistema articulado. La ecología, que ha logrado la visión más sistemática del mundo natural, no ha logrado, sin embargo, penetrar, sino de manera superficial, en los métodos científicos de las ciencias naturales. El problema ambiental depende en gran parte de ese retraso de los métodos científicos que se han organizado como casillas independientes y no logran entender todavía de manera satisfactoria los sistemas complejos. Puede decirse quizás que la tecnología ha avanzado más rápidamente que el conocimiento que tenemos de los sistemas naturales y de los límites de su fragilidad.

Lo que ha descubierto la ecología moderna es precisamente eso: que la naturaleza es un sistema equilibrado y relativamente frágil. Este descubrimiento, sin embargo, que se inicia a finales del siglo pasado, sólo llega a su madurez después de la Segunda Guerra Mundial. Mientras tanto, la tecnología había avanzado demasiado, impulsada por el conocimiento parcializado que había impuesto el empirismo y el positivismo científico.

Por estas razones, la perspectiva ambiental no es una ciencia más, sino la profunda reformulación de los métodos científicos, a fin de lograr un manejo equilibrado del mundo natural.

1.2. EL HOMBRE MÁQUINA

La primera aproximación de la ciencia moderna a la comprensión del mundo natural se desarrolló en el terreno de la física. Fue un largo camino que se inicia en los estudios impulsados por las recién creadas universidades de París y de Londres en el siglo XII y concluye con las grandes leyes de la mecánica universal expuestas por Copérnico, Galileo, Kepler y Newton. De acuerdo con esa interpretación, la tierra dejaba de ser el centro del universo para articularse como un simple planeta en el sistema solar, que sólo era una porción insignificante del gran sistema mecánico del universo.

Contra la convicción anterior, heredada de la teoría astrobiológica de Aristóteles, la nueva física planteaba que todo el universo obedece a las mismas leyes. La materia del universo es homogénea, es decir, está compuesta por los mismos elementos que forman el planeta tierra. La física anterior sostenía que los astros estaban compuestos por una materia más pura que la que formaba la tierra y más cercana a la sustancia de la divinidad. Por otra parte, la física moderna destierra del espacio de la ciencia cualquier remanente mágico. Las cosas no suceden por

voluntades extrañas a la materia. Una ley no es más que la constatación de las concatenaciones mecánicas que rigen los sistemas físicos y cuyos efectos, por tanto se pueden predecir.

Esta es la primera revolución de la ciencia moderna que le permite al hombre manejar la naturaleza como un inmenso mecano, tan pronto como conoce las leyes que rigen su funcionamiento.

Este primer acercamiento a las leyes del mundo natural ponía en crisis también la ubicación del hombre dentro del sistema de la naturaleza. Desde el siglo XII, el pensamiento que preside la ciencia moderna se había basado, además del reconocimiento de las leyes físicas, en la aceptación de la libertad humana. Era también un planteamiento revolucionario que echaba por tierra la concepción platónica aceptada por los primeros pensadores cristianos, según la cual el hombre es solo una marioneta de los dioses.

La tendencia cristiana que domina el pensamiento medieval, había aceptado una visión pesimista del destino terreno del hombre, en el que tenía muy poco significado, si acaso alguno, el concepto de libertad. Las corrientes cristianas como el nestorianismo o el arrianismo que habían aceptado la libertad y con ella la capacidad del hombre para labrarse su destino terreno, habían sido sepultadas.

La renovación del comercio y la movilidad del dinero con el resurgimiento de la vida urbana y del desarrollo tecnológico van a colocar de nuevo en primer plano el problema de la libertad. El surgimiento del derecho romano y de la filosofía aristotélica responde a estas exigencias. Son los símbolos todavía tímidos de una nueva comprensión del papel del hombre dentro de la naturaleza, que tomará fuerza durante la época del Renacimiento y culminará en el intento de la filosofía moderna por reubicar al hombre dentro del sistema natural.

Va a ser, en parte, un intento frustrado. Los esfuerzos de Espinoza de construir una ética y una política que respondan a las leyes del mundo natural van a rematar en la audaz teoría del hombre máquina, proclamada abiertamente por la última generación de los filósofos de la Ilustración, poco antes de la Revolución Francesa. Según esta teoría, el hombre es solo un engranaje de la gran máquina universal.

El temor ante las consecuencias de la teoría del hombre máquina, incapaz de explicar el comportamiento ético y político del hombre, llevó a la separación tajante entre ciencias naturales y ciencias sociales, que se vislumbra ya en

Descartes y que se confirma en la filosofía kantiana y persiste en el pensamiento científico actual. Esta es una de las razones por las que se hace difícil explicar el problema ambiental moderno. A un lado del camino tenemos unas ciencias sociales que no entienden la naturaleza o la desprecian y en la otra orilla, las ciencias de la naturaleza, que se sienten incómodas con la presencia del hombre.

1.3. EL HOMBRE MONO

Sin embargo, cuando las ciencias naturales intentaron explicar la naturaleza sin la incómoda presencia de la actividad humana, se encontraron de nuevo con el hombre, adherido a la cadena evolutiva como un simple eslabón. La teoría de la evolución puede considerarse como la segunda etapa básica de la ciencia moderna. Iniciada a finales del siglo XVIII, llega a su madurez a mediados del siglo pasado con “El Origen de las Especies” de Carlos Darwin. Puede decirse que la teoría de la evolución ya no es una simple hipótesis, sino el terreno firme en el que progresa el pensamiento científico.

Pero la teoría evolutiva traía consigo un nuevo conflicto en la interpretación del lugar ocupado por el hombre dentro del sistema de la naturaleza. De la teoría del hombre máquina se pasó a la teoría del hombre mono y ésta es una de las corrientes predominantes en las explicaciones ambientales modernas. Esta interpretación, sin embargo, tampoco explica el problema ambiental. Si el hombre se adapta al medio como cualquier especie, tampoco puede explicarse porqué su actividad introduce el conflicto dentro del equilibrio ponderado del ecosistema. Puede decirse que la ciencia no ha logrado todavía elaborar una teoría que permita explicar la presencia del hombre en el sistema de la naturaleza.

La interpretación ambiental se encuentra, por tanto, enfrentada a dos extremos. Por una parte, el sobrenaturalismo filosófico de las ciencias sociales que nada quieren saber de la naturaleza e interpretan el origen y desarrollo de la cultura como un parto virgen. Por otra parte el reduccionismo de las ciencias naturales que no comprenden al hombre sino como una especie más del reino animal, sin ninguna prerrogativa frente a las otras especies.

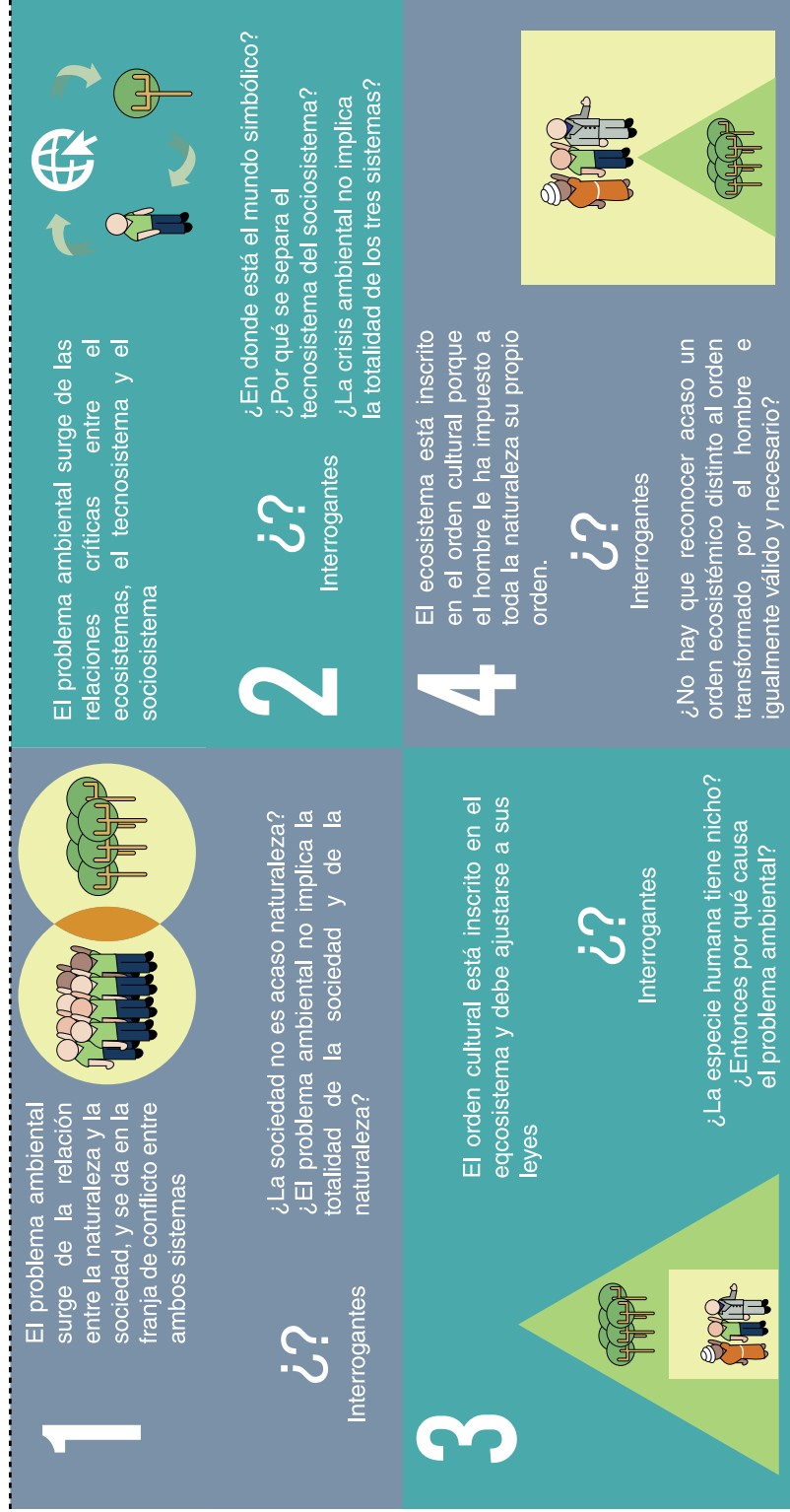
Algunas corrientes dentro de las ciencias sociales, han iniciado, todavía muy tímidamente, un acercamiento al análisis de las relaciones del hombre con su medio. Los acercamientos anteriores, como el determinismo geográfico, que planteaba que las instituciones sociales dependen del clima, son aproximaciones demasiado burdas.

Igualmente, las ciencias naturales que han incorporado los métodos y conclusiones de la ecología, se han acercado a la comprensión de la originalidad de las formas adaptativas de la especie humana. Con estos avances, puede quizás intentarse el acercamiento a un modelo de análisis que permita comprender mejor las relaciones del hombre con su medio. Enseguida se sugerirán algunos elementos para la construcción de este modelo.

La ciencia no ha logrado todavía elaborar una teoría que permita explicar la presencia del hombre en el sistema de la naturaleza.

MODELOS DE INTERPRETACIÓN AMBIENTAL

Figura 1.



SEGUNDA PARTE: EL ECOSISTEMA

Abrir camino para organizar un modelo de análisis ambiental no es fácil. Algunas corrientes de las ciencias naturales y sociales han venido ofreciendo elementos todavía dispersos que resultan difíciles aún de articular en un modelo de análisis. Con base en algunos de estos progresos, vamos a intentar avanzar, por caminos todavía no consolidados.

2.1. ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

Ante todo es indispensable distinguir entre Ecología y Medio Ambiente. La falta de comprensión de las diferencias entre estos dos conceptos ha traído confusiones en el lenguaje ordinario e incluso en el discurso científico. La sistematización de la ciencia de la ecología ha tenido un fuerte influjo en las ciencias sociales que han incorporado muchos de sus términos y de sus métodos de análisis. Por lo general, esta incorporación se plantea como un método ambiental de análisis.

Desde los años treinta se empezó a hablar de ecología humana y los urbanistas empezaron a aplicar a la ciudad el término de ecosistema. El concepto de nicho se aplica a muchas circunstancias humanas. Esta divulgación de los términos ha popularizado la comprensión de la ecología, pero ha perjudicado la interpretación de la crisis ambiental.

Sin duda ninguna, el estudio de la ecología es indispensable para entender los problemas ambientales. Más aun, se puede decir que el primer paso es adquirir una mentalidad ecológica. Las ciencias todavía tienen que hacer un esfuerzo por entender y aplicar a sus propios métodos, los hallazgos de la síntesis aportada por la ecología.

El análisis ecológico nos ha hecho comprender que el sistema vivo es una unidad y que es muy difícil trazar una línea de separación entre la materia inerte y la vida. Los elementos abióticos no están en el universo como en un depósito o en el orden tranquilo de la tabla de Mendeleiev. Están articulados al sistema de la vida. Igualmente las especies no están colocadas arbitrariamente en el paisaje, como si se tratase de un pesebre, sino que cumplen una función dentro de un equilibrio global. Estos y muchos hallazgos más, que se estudiarán enseguida brevemente, es indispensable incorporarlos en el análisis ambiental.

El estudio de la ecología representa, por tanto, el primer nivel de los estudios

ambientales. Pero éstos rebasan la perspectiva exclusivamente ecológica. Para comprender la crisis ambiental es tan importante entender las leyes básicas que regulan el funcionamiento de los ecosistemas, como analizar la dinámica de los sistemas tecnológicos y sociales. El medio ambiente es por tanto, un campo de análisis interdisciplinario que estudia las relaciones entre las formaciones sociales y los ecosistemas.

Tanto el ecosistema como los sistemas sociales tienen sus propias leyes de funcionamiento. Ambos poseen su propio orden. El hombre no puede actuar dentro del orden ecosistémico y las demás especies no pueden actuar dentro del orden de la cultura. Lo primero que hay que reconocer, por lo tanto, en el estudio del medio ambiente, es la especificidad de cada uno de los órdenes y de las leyes que los rigen. Las plantas no necesitan dinero y a los animales les estorbaría el lenguaje articulado. No necesitan filosofía.

Lo primero que hay que reconocer en el estudio del medio ambiente, es la especificidad de cada uno de los órdenes y de las leyes que los rigen. Las plantas no necesitan dinero y a los animales les estorbaría el lenguaje articulado. No necesitan filosofía.

2.2. EL ECOSISTEMA

La ecología, en su sentido estricto, es el estudio de las leyes del ecosistema. El análisis del ecosistema es, por tanto, una de las bases, aunque no la única, del análisis ambiental. Para ello es indispensable entender las leyes generales que regulan el funcionamiento de los distintos sistemas de vida, desde las tundras polares, hasta las formaciones del bosque húmedo tropical. Estas leyes son las que ha intentado codificar la ecología. Las zonas de vida son múltiples y su variedad depende de las condiciones ambientales, tales como la humedad, temperatura, variedad de suelos, etc., pero todos ellos tienen un esquema similar de funcionamiento que vamos a intentar comprender en sus líneas generales.

Para mayor claridad, vamos a reservar el concepto de ecosistema al modelo que define estas leyes y que no tiene todavía en cuenta la intervención de la actividad humana. Esta distinción permite quizás incorporar algo de claridad en la confusión del lenguaje y de los conceptos ambientales. De hecho, los primeros ecólogos fueron muy severos en limitar el concepto de ecosistema a la estructura

de la vida no modificada por la actividad humana.

Para definir el concepto de ecosistema podemos tener en cuenta seis elementos conceptuales básicos que se explicarán a continuación. Es necesario tener en cuenta, sin embargo que el funcionamiento del ecosistema no se define por cualquiera de estos elementos tomado aisladamente, sino por la confluencia de todos ellos. Algunos de estos elementos pueden ser aplicados a los sistemas tecnológico, como la ciudad o la fábrica, pero la totalidad de ellos solo es aplicable al funcionamiento del ecosistema.

2.2.1. Flujo energético

Lo primero que es necesario entender es que el sistema de vida depende de una fuente externa de energía. La vida no existe sino como producto de la energía solar. Sin embargo la energía bruta no sirve para la producción de la vida. Puede decirse que la vida es energía solar domesticada. El mismo sistema vivo se ha encargado de construir un mecanismo de filtración y captación de la energía solar, adecuado a cada uno de los momentos de la evolución.

La vida es energía solar domesticada

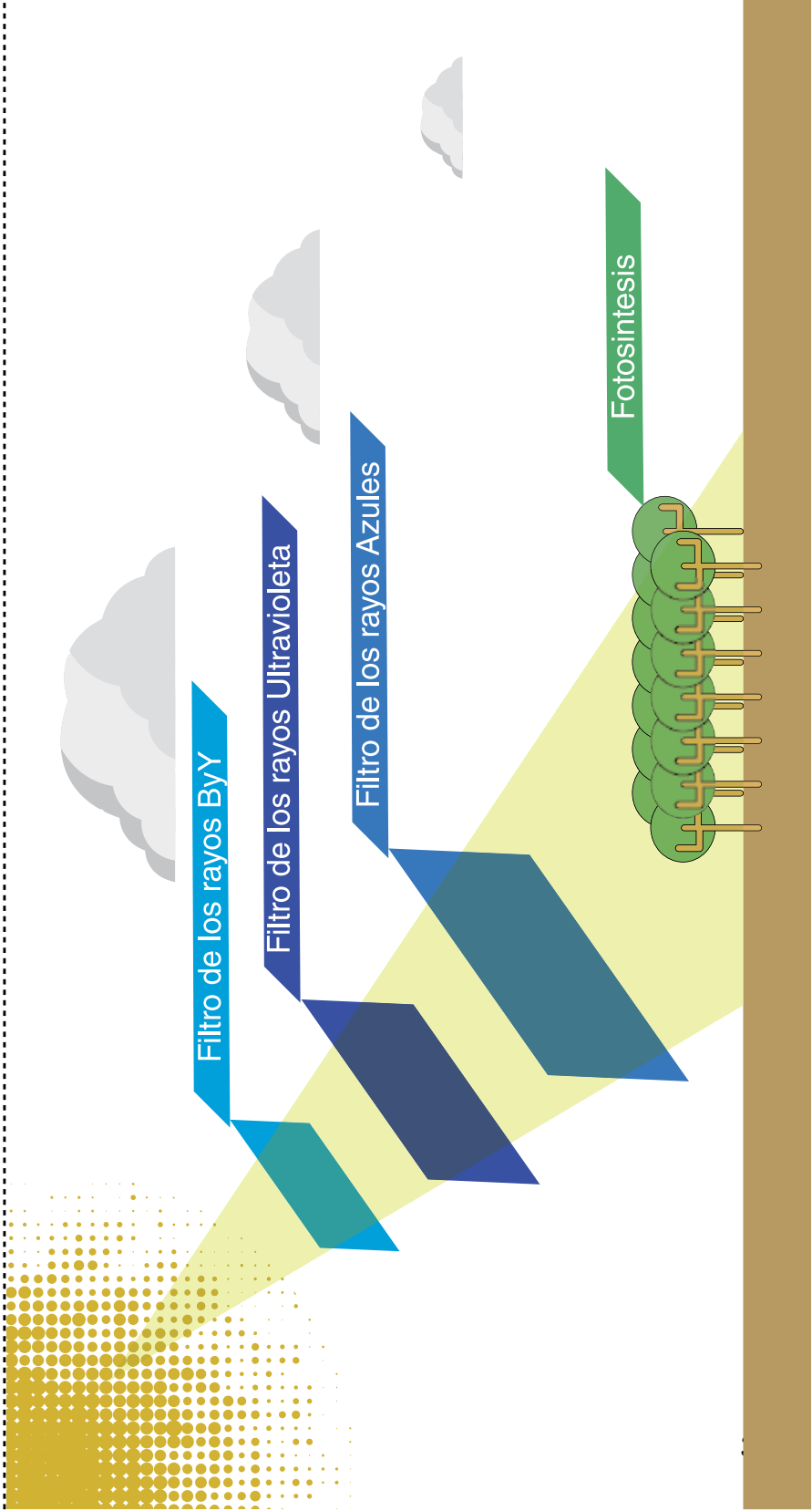
La atmósfera es el techo del sistema vivo, que permite vivir en condiciones favorables al interior de la casa. Los rayos más violentos de la energía (las ondas cortas) van siendo atrapados en las capas superiores de la atmósfera y solo penetran los rayos de frecuencia más larga y más benigna que componen el espectro luminoso y los rayos infrarrojos. Incluso el color azul que es el más violento de los colores, queda atrapado en la parte baja de la atmósfera y forma el hermoso techo visible. Las otras frecuencias del espectro entran a servir como alimento básico del sistema vivo. Los colores rojos y los verdes son asimilados por las plantas y las algas y transformados en energía orgánica.

Así se forma el depósito de energía del sistema vivo. La fotosíntesis es el proceso por medio del cual la energía solar se transforma en energía orgánica. El descubrimiento de la fotosíntesis es tal vez uno de los hallazgos más importantes de la ciencia moderna. Puesto que la fotosíntesis sólo la realizan las plantas verdes y las algas, se puede afirmar que estas formas de vida son la base del

sistema. Todos los niveles de la pirámide de la vida, que estudiaremos mas adelante, dependen de este depósito básico. El sistema, por tanto, solo tiene una puerta que permite la entrada de energía.

FLUJO DE ENERGÍA

Figura 2.



2.2.2. Los niveles tróficos

Esta sucinta explicación de la manera como es captada la energía, nos hace comprender porqué todos los organismos que forman el sistema vivo son solidarios. Podemos imaginar, simplificando, que el sistema está construido en forma de pirámide. De hecho, es una red compleja. Cada uno de los niveles o escalas sirve de base al siguiente, porque le suministra la energía necesaria. Como la energía se trasmite a través de la alimentación, estos niveles se llaman “escala trófica”. Trófico en griego significa lo relacionado con la alimentación. Por eso el segundo elemento necesario para entender el funcionamiento del ecosistema es el concepto de escala o niveles tróficos.

La energía se va trasmitiendo escala arriba. Los herbívoros se alimentan de la energía acumulada por las plantas y las algas a través de la fotosíntesis. Los diversos niveles de carnívoros se superponen de tal manera que los niveles inferiores sirven de alimento a los superiores hasta llegar a la cúpula de la pirámide.

La cúpula de la pirámide de la vida no está ocupada por el hombre como podríamos imaginar, conducidos por nuestra vanidad cultural

La cúpula no está ocupada por el hombre como podríamos imaginar, conducidos por nuestra vanidad cultural. En la cúpula están situados los grandes carnívoros que dominan la pirámide de la vida. Por esta razón el hombre los ha llamado los “reyes” de la naturaleza, aunque la naturaleza no es una monarquía. El león, el chita africano, el puma americano, entre los mamíferos terrestres o el águila entre las aves, son algunos ejemplos de estos reyes del sistema vivo. En ellos concluye la escala ascendente de la alimentación.

PIRÁMIDE DE LA VIDA

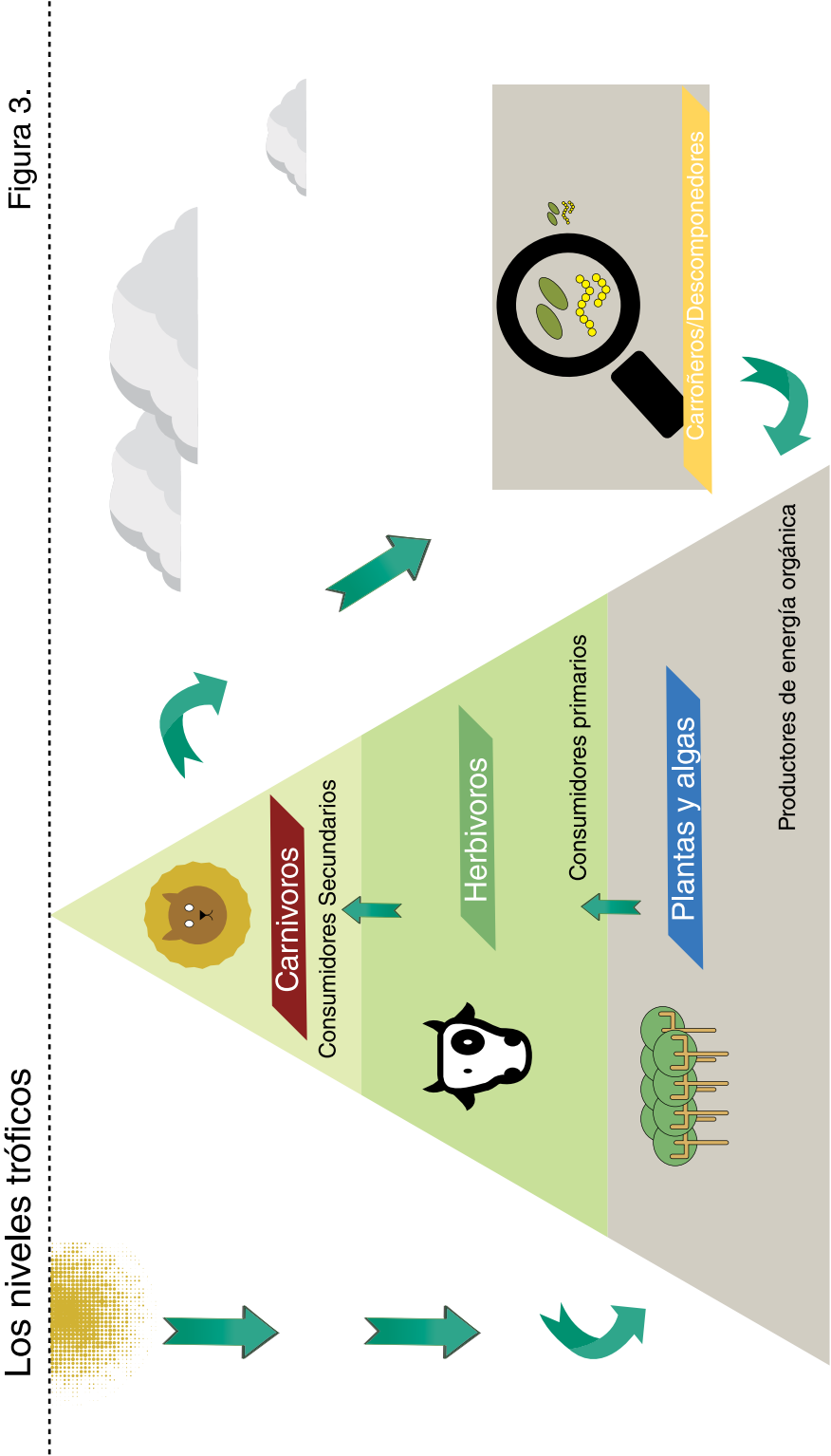


Figura 3.

2.2.3. Los Ciclos bio-geo-químicos

Imaginémonos, sin embargo, por un momento, que el proceso de la vida terminase allí y que todos los restos de los organismos que forman la escala ascendente se fuesen acumulando sobre la superficie de la tierra. Como no existe entre ellos el rito del entierro o de la incineración, la tierra se convertiría en poco tiempo en un inmenso basurero, en donde la vida acabaría por hacerse imposible. Aquí interviene el tercer elemento necesario para comprender el funcionamiento del ecosistema: los ciclos biogeoquímicos. Si la energía es un flujo que no retorna y que es necesario renovar continuamente, los elementos materiales de los que se compone la vida son reciclados en forma permanente por el mismo sistema.

Al sistema vivo entran aproximadamente 30 elementos de los 92 átomos contruidos por la naturaleza y que forman la tabla química de los elementos, desde el hidrógeno hasta el uranio. Los restantes han sido sintetizados por el hombre y no nos interesan por el momento para nuestro análisis. Algunos de los elementos, como son el oxígeno, el hidrógeno, el nitrógeno y el carbono, se utilizan en casi todos los procesos. Otros se utilizan sólo en algunos procesos específicos. El hierro, por ejemplo lo utilizan algunas especies para transportar el oxígeno. Otros elementos, por último, sólo entran en mínimas cantidades, pero estas trazas son indispensables en el funcionamiento de algunos organismos.

Todos estos elementos son manejados por el sistema con la máxima economía. El sistema puede desperdiciar energía, porque depende de una fuente externa de inmensa riqueza, pero no puede desperdiciar los elementos en ocasiones escasos o que se requieren en varios momentos del proceso. De ahí que la vida ha encontrado formas de reciclaje de los elementos materiales, dentro de la mayor eficiencia posible. Son a estos procesos a los que la ecología ha denominado ciclos bio-geo-químicos. El reciclaje evita que el sistema acumule basuras.

Para entender los ciclos de los elementos, podemos estudiar brevemente el ciclo del nitrógeno. Este elemento es indispensable para la construcción de proteínas, que forman gran parte de los organismos vivientes. El depósito principal de nitrógeno es la atmósfera, compuesta en un 70% aproximadamente por este elemento. Sin embargo, el nitrógeno atmosférico tiene que ser transformado para que pueda servir al sistema vivo. En esta función se han especializado algunas bacterias. Cuando el organismo muere y empieza a descomponerse se puede convertir en elemento tóxico. Otras bacterias están encargadas de

transformarlo para que pueda ser utilizado de nuevo por los organismos.

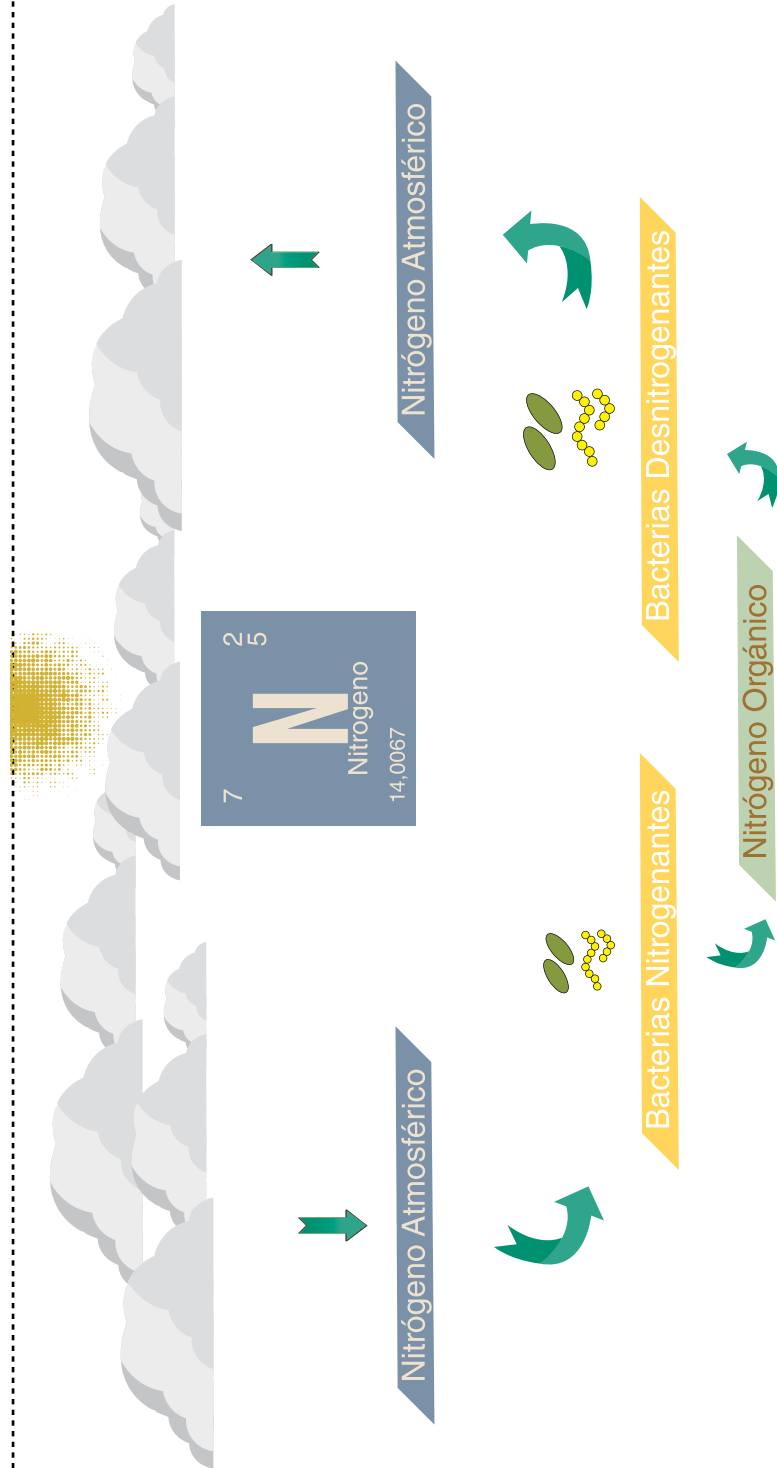
En esta forma se pueden describir los ciclos de los otros elementos. Son especialmente importantes, para comprender los problemas ambientales, los ciclos del dióxido de carbono y del oxígeno. Estos dos elementos forman un equilibrio que ha durado millones de años en formarse y que en el estado actual de la vida está regulado por el intercambio entre los diferentes niveles tróficos. Las plantas absorben CO₂ y despiden oxígeno, mientras los animales respiran oxígeno y despiden CO₂.

Otro ciclo importante, que sólo mencionaremos, es el del agua. De los gigantescos depósitos marinos, el calor evapora y desaliniza el agua que es distribuida por todo el planeta por los sistemas de viento y regresa al mar a través de la esorrentía de los ríos después de haber sido utilizada por los organismos vivos. De la misma manera se podrían enumerar los ciclos del carbono, del azufre, pero bastan estos ejemplos para entender el concepto de ciclos bio-geo-químicos.

LOS CICLOS DE LA MATERIA

El ciclo del nitrógeno

Figura 4.



2.2.4. El nicho ecológico

Los dos ciclos que acabamos de estudiar nos introducen en el concepto de nicho ecológico. Ningún término es quizás tan mal comprendido y utilizado en el lenguaje ambiental corriente. Es, sin embargo, el concepto nuclear de la ecología y resume y articula los otros elementos del ecosistema. El concepto de nicho es muy preciso, aunque su significación se ha debilitado por el uso abusivo que se le ha dado, especialmente en ciencias sociales y en el lenguaje cotidiano.

El término de nicho designa la función que ejerce una especie dentro del ecosistema. Vimos como algunas bacterias se especializan en introducir el nitrógeno, otras en transformarlo. Todas las especies ocupan un lugar preciso en la transmisión de la energía a lo largo de las cadenas tróficas. Hay plantas especializadas en colonizar terreno vírgenes y su nicho es la formación de suelos.

Cada especie tiene una función precisa y los ecólogos han llegado a la conclusión de que solo existe una especie por nicho. Ello significa que una vez que una especie desarrolla una actividad necesaria al sistema de la vida, no tiene porque aparecer otra especie que compita con ella dentro de la misma actividad. En este nivel no se requiere la competencia. El ecosistema busca más la articulación de todas las funciones para lograr el equilibrio global, que una lucha competitiva inútil y desgastadora.

El ecosistema busca más la articulación de todas las funciones para lograr el equilibrio global, que una lucha competitiva inútil y desgastadora.

El concepto de nicho hace cambiar, por tanto, el concepto de especie. El ecosistema no es un espacio para que en él compitan organismos individuales o especies distintas. Es un sistema en el que hay lugar o no para que se incorporen o surjan determinadas especies. No hay leones en el polo ni osos polares en la selva tropical. Existen especies que cubren funciones similares en zonas de vida diferentes o parecidas, pero estas similitudes que los ecólogos llaman equivalencias ecológicas, exigen que exista el espacio o el nicho dentro del sistema para que puedan existir dichas especies.

El nicho, sin embargo, no es un punto dentro de la pirámide. Por esta razón

podemos hablar mejor de campos funcionales. Las especies tienen espacios funcionales diferentes. Algunas de ellas tienen espacios muy amplios o sea que tienen posibilidad de adaptarse a condiciones muy distintas. Otras, en cambio tienen nichos muy reducidos. Las especies de amplio nicho reciben el nombre de euri-adaptativas, del griego “euri”, que significa “ancho”. Las que tienen nichos estrechos se llaman esteno- adaptativas, del griego “esteno” que significa “estrecho”.

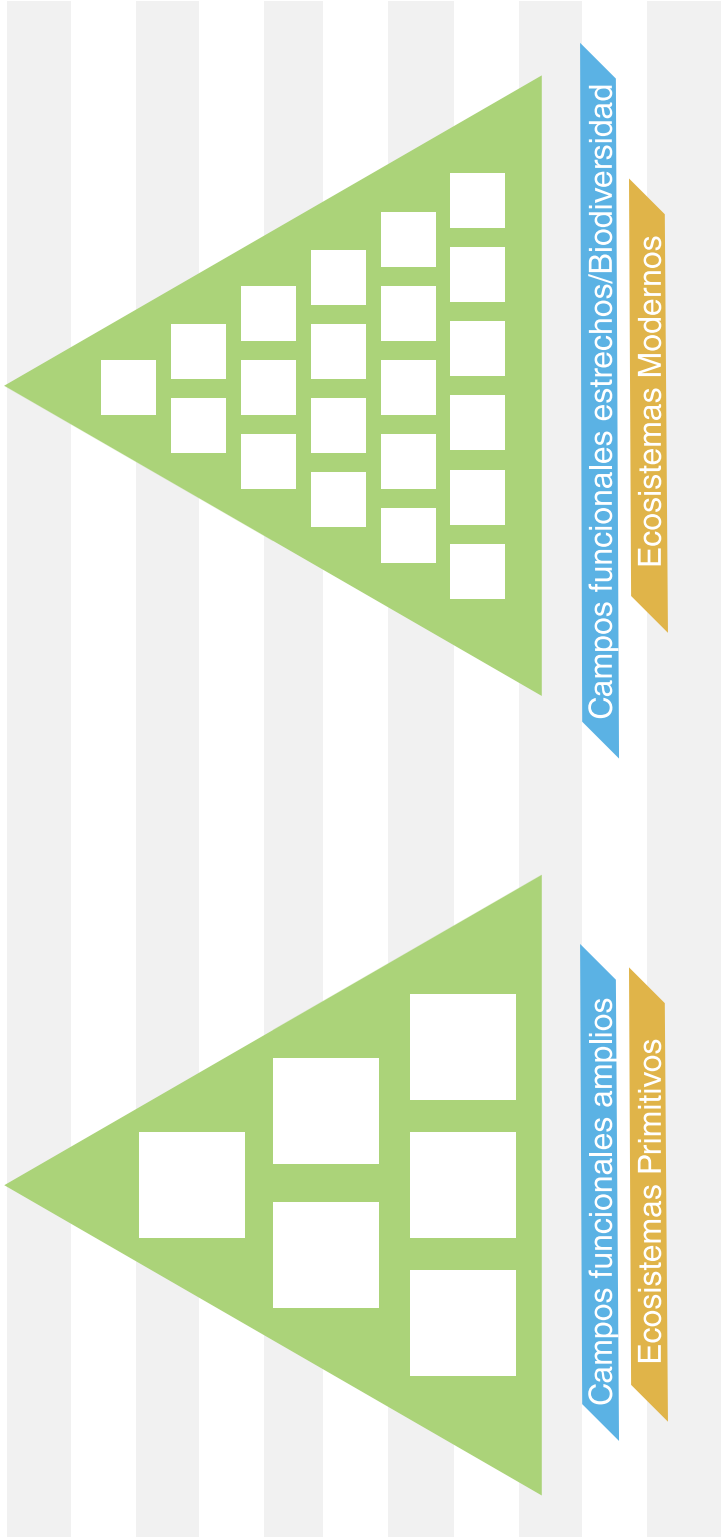
Un ejemplo aclarará mejor el concepto de campo funcional. Las cucarachas tienen campos funcionales muy amplios en relación al alimento, o sea que son prácticamente omnívoras. No dependen de alimentos especializados. Son por lo tanto “euritróficas”. Igualmente se pueden adaptar a las más distintas temperaturas. Son euritéricas. Todos las hemos visto rondando las estufas prendidas o introduciéndose en la nevera. Es una especie con márgenes tan amplios de resistencia que el hombre no ha podido acabar con ella.

Las especies tienen campos funcionales más amplios mientras mas antiguas sean. Las cucarachas, al igual que los escorpiones, son especies muy antiguas. Tienen, en consecuencia, una gran resistencia a los cambios en las condiciones climáticas. A medida que se han ido dividiendo los nichos, las especies nuevas ocupan campos funcionales cada vez más estrechos. Los biomas modernos tienen una gran variedad de especies, pero cada una de ellas tiene campos funcionales o nichos muy reducidos.

Ello significa, quizás que la evolución hacia los sistemas modernos de vida, disminuyó las posibilidades de defensa de cada una de las especies, pero perfeccionó los mecanismos del sistema global. La defensa de cada especie en los ecosistemas modernos depende de la compleja articulación de funciones que posee el conjunto. Cuando acabamos con una especie, estamos amenazando el resto. Destruir cualquiera de las especies que consideramos como malezas, es destruirle el nicho alimentario a los animales que se habían especializado en esa fuente de comida y que no tienen ya la posibilidad de migrar hacia otros nichos.

NICHOS O CAMPOS FUNCIONALES

Figura 5.



2.2.5. El equilibrio ecológico

Con las características analizadas se comprende mejor que el ecosistema adquiere un cierto equilibrio. El término de “equilibrio” es originario de la termodinámica y de allí lo trasladaron los ecólogos para explicar ciertas características del sistema vivo. Puede prestarse a falsas interpretaciones y su aplicación debe hacerse con cautela, pero no existe hasta el momento otro término que caracterice el balance de funciones dentro del ecosistema. El término no tiene, pues el mismo significado que en física. Aquí significa que los diferentes elementos del sistema están balanceados y mutuamente se ayudan a mantenerse dentro de determinados límites, e impiden que el sistema global se derrumbe.

En el análisis de los ciclos bio-geo-químicos se pudo observar el balance existente entre oxígeno y CO₂. Igualmente se puede comprender fácilmente cómo se equilibran los distintos niveles tróficos. El concepto de equilibrio se puede observar con claridad en la manera como se limita la población dentro del ecosistema.

Los ecólogos llaman población al número de organismos de una sola especie que habitan en un territorio determinado. La población de cada nicho ecológico, o sea, de cada especie se mantiene dentro de sus límites, porque depende de la energía acumulada en el nivel inmediatamente anterior. A este nivel de energía se le ha dado el nombre de producción neta. Es la energía que resta para los niveles superiores, después de calcular la energía que gasta cada nivel en el mantenimiento de sus propias funciones vitales. Una planta consume energía para poder vivir, pero deja parte de la energía para que los herbívoros puedan acceder al banquete de la vida.

Se puede comprender fácilmente que si una población se multiplica en exceso, el equilibrio del sistema se desploma. Si los leones se multiplicasen tanto que acabasen con las gacelas, acabarían muriendo ellos mismos por falta de alimento. Por lo general, ninguna población alcanza el nivel máximo de posibilidades de crecimiento, sino que se mantiene discretamente por debajo del margen de reproducción, aminorando en esta forma los riesgos de colapso del sistema total. El nivel máximo de reproducción ha recibido el nombre de potencial biótico.

El control de la población se realiza, por consiguiente, tanto por la cantidad de energía alimentaria que llega a cada nivel, como por la predación descendente.

Los niveles tróficos superiores controlan el exceso de población de los niveles inferiores y ayudan a conservar el equilibrio. La predación, por lo tanto, no es una lucha a muerte, sino un mecanismo para conservar el equilibrio.

2.2.6. La resiliencia

El ecosistema está lleno de estos colchones de seguridad. Quizás es a través de este camino como nos podemos introducir en el concepto de resiliencia. El término ha sido recogido de la física por los ecólogos. En física, la resiliencia es la capacidad de un material para resistir presiones de cualquier índole. Uno puede doblar una varilla hasta determinado límite, pero por poco que sobrepase ese margen, la varilla se rompe.

La resiliencia significa que el sistema no es fijo, sino que se mueve dentro de determinados límites. El equilibrio, por tanto, no es una balanza sino un péndulo. Los límites en los que se mueve un sistema son los márgenes de resiliencia. A pesar de que cada una de las especies ocupa un nicho ecológico, ninguna de ellas está amarrada muy estrechamente a condiciones físicas o ambientales precisas.

Como vimos antes, hay especies que tienen una gran capacidad para resistir cambios bruscos de temperatura, de salinidad o de humedad. Otras tienen límites más estrechos. Las especies se pueden mover dentro de un corredor de posibilidades más o menos amplio.

El ecosistema como estructura global, recoge todos los márgenes de adaptación de las distintas especies, pero él mismo posee sus propios márgenes de resiliencia. Puede decirse, por tanto, que tiene una cierta movilidad dentro de un determinado flujo de condiciones ambientales. Ello significa que podemos cambiar las condiciones de humedad, temperatura o salinidad y el sistema puede seguir reproduciéndose.

Sin embargo, estos márgenes tienen un límite final y desafortunadamente los límites máximos son bastante abruptos. Por poco que se traspase el límite extremo, el sistema se derrumba y puede que no se vuelva a reconstruir o cambie radicalmente de características.

2.3. LAS ZONAS DE VIDA

Falta sin embargo, por analizar un concepto que no entra en la definición del ecosistema, sino que explica sus múltiples maneras de existir. Los elementos analizados se aplican a todas las formas de vida, pero éstas varían a lo largo de todo el planeta, de acuerdo con las condiciones existentes de humedad, temperatura, condiciones del suelo, etc. Los distintos sistemas de vida desde el Polo hasta el Ecuador siguen las mismas reglas analizadas mas arriba. Todos ellos toman su energía del sol, se organizan en escalas tróficas, reciclan sus elementos y establecen los nichos que requiera su estructura. Todos ellos mantienen su equilibrio, pero estos son diferentes de acuerdo con las condiciones del medio.

A las formas de vida determinadas por las condiciones ambientales, se les ha dado distintos nombres. Pueden llamarse “zonas de vida” o “biomas” o “biócoras” o de otras múltiples maneras. El término de ecosistema no es apropiado, a pesar del uso corriente, para describir esta variedad, porque designa las leyes generales que cubren todas las zonas de vida.

La biogeografía, que describe las diferentes zonas de vida, se ha desarrollado mucho en los últimos años, pero todavía no se ha llegado a una cierta uniformidad en la manera de designar y delimitar los distintas biomas. Algunos autores describen 18 grandes zonas dentro de biócoras más amplias, pero estas tienen en ocasiones diversidades difíciles de caracterizar o corredores de transición entre una zona u otra difíciles de delimitar. La vida es un continuum y toda clasificación se presta a arbitrariedades.

Cada zona de vida se distingue por específicas condiciones de precipitación, de temperatura o de riqueza de suelo que en general esta asociada a las condiciones anteriores. Estas condiciones están repartidas en forma distinta en el planeta. Para entender la distribución de la vida se pueden resumir algunas de las principales zonas de vida del hemisferio norte, en donde están acumuladas las mayores masas continentales.

Una vez traspasado hacia el sur el círculo polar ártico encontramos las primeras formaciones vegetales, características de la tundra ártica, con musgo lanudo y pequeños sauces polares y con herbáceas a medida que se aleja de las condiciones inclementes del polo.

Cuando la temperatura asciende por encima de los diez grados, se empieza a formar las grandes asociaciones de coníferas, que coinciden con suelos bastante

ácidos, llamados podzoles. No es que las coníferas se hayan adaptados a estas zonas, sino que estas formas de vida responden a esas condiciones. Estudiemos brevemente éste bioma para entender el concepto de adaptación que caracteriza las distintas zonas de vida. Los suelos podzólicos, por el exceso de precipitación y las bajas temperaturas, sepultan las sales del suelo en los horizontes más profundos. Las coníferas responden a esas condiciones ya que no necesitan esas sales para su subsistencia y por lo tanto no desarrollan raíces especializadas para captarlas a profundidad o devolverlas a las capas superiores del suelo.

Una vez traspasado el bosque de coníferas se va entrando en el dominio del bosque caducifolio, o sea, los bosques cuyos árboles pierden sus hojas durante los veranos secos. Es el dominio de los robles, nogales y abedules, los olmos y los castaños. Estos bosques se adaptan con la pérdida de las hojas a los cambios climáticos entre condiciones de humedad y sequedad, propio de los climas continentales.

Más allá de los bosques caducifolios encontramos a lo largo del planeta la franja tropical que va de seca a desértica y que coincide aproximadamente con la línea que marca el trópico de Cáncer. Otra similar se halla en el sur a la altura del trópico de Capricornio. Ambas franjas obedecen a los grandes núcleos anticiclónicos de alta presión que mantienen durante la mayor parte del año condiciones de sequedad.

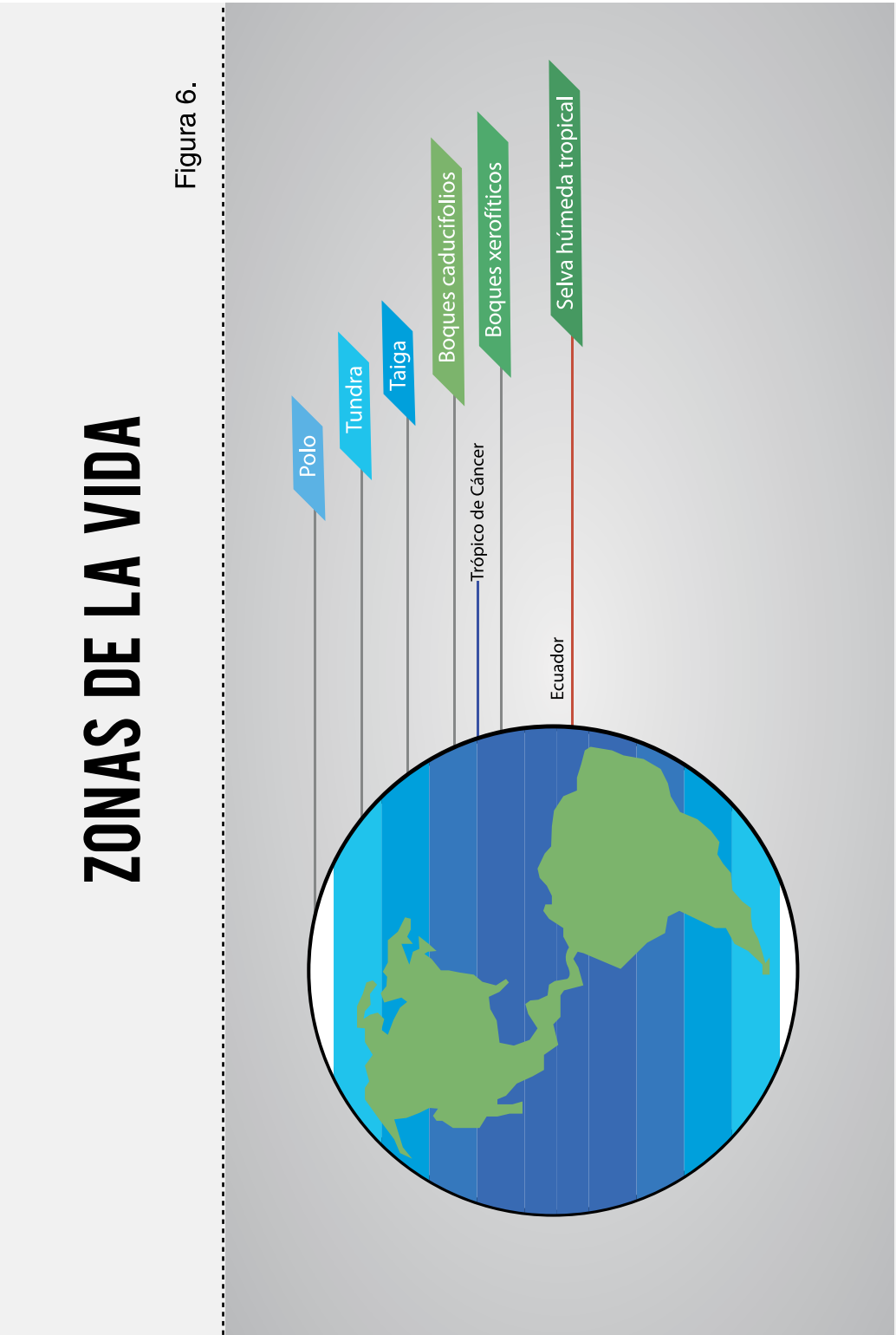
Por debajo del cordón árido se halla el corazón ecuatorial, bordeando a ambos lados la línea del ecuador geográfico. Esta zona acumula los mayores niveles de precipitación y de calor del planeta y dan origen a las inmensas selvas húmedas ecuatoriales. Estas guardan los mayores índices diversidad en especies.

Esta breve descripción de algunas zonas de vida quiere mostrar, por una parte la gran diversidad del sistema vivo y en segundo lugar la manera como las formaciones vegetales y animales son estrategias adaptativas de acuerdo con las condiciones del ambiente predominante en cada clima.

Las distintas zonas de vida dependen unas de otras de tal manera que podemos decir que todo el planeta es un gran sistema vivo.

Las distintas zonas de vida dependen unas de otras de tal manera que podemos decir que todo el planeta es un gran sistema vivo. Así por ejemplo, el cinturón del planeta formado por la zona de confluencia intertropical, que alberga el bosque húmedo, es un regulador climático que beneficia a todo el planeta. Los cordones secos tropicales generan los vientos alisios que permiten la distribución de las lluvias. Los polos son centros de atracción y de difusión de vientos que influyen en las zonas templadas. Todo el planeta es, por tanto, un inmenso viviente, que tiene sus mecanismos de regulación.

Estos son los conceptos básicos para entender el ecosistema y los biomas, de manera evidentemente muy rápida y somera, pero suficiente para los propósitos del presente análisis.



TERCERA PARTE: LAS **TRANSFORMACIONES** **DEL ECOSISTEMA**

Hemos visto las leyes que rigen los sistemas vivos y la manera como éstos se forman adaptándose a las diversas condiciones del medio y con ello hemos concluido la parte que se refiere propiamente al estudio de la ecología y de la biogeografía. Hasta el momento, sin embargo, no nos hemos encontrado con ningún problema ambiental. Al principio del capítulo anterior comentábamos que el ecosistema no tiene problemas ambientales. Sin embargo, como puede verse, existen todavía muchas ambigüedades en los términos, porque al mismo tiempo nos hemos referido a las condiciones ambientales que determinan las diferentes adaptaciones de los sistemas vivos.

Es muy importante hacer claridad en los términos y en los conceptos para definir la problemática ambiental. En este numeral vamos a intentar buscar las diferencias entre las condiciones ambientales de las zonas de vida y los problemas ambientales ocasionados por el hombre. Ante todo es indispensable diferenciar entre las variaciones inducidas en el ecosistema por un cambio brusco en las condiciones ambientales a lo largo de la evolución y los cambios inducidos por la actividad humana.

3.1. LOS CAMBIOS NATURALES

De hecho los sistemas vivos han cambiado en muchas ocasiones por variaciones bruscas en las condiciones externas. Las divisiones entre las etapas geológicas han sido trazadas teniendo en cuenta la incidencia de grandes transformaciones en el medio físico. Hace aproximadamente 80 millones de años desaparecieron de manera brusca los saurios, animales gigantescos que poblaron la tierra durante millones de años y dieron paso al dominio actual de los mamíferos. Según una teoría reciente estos descomunales organismos, fueron borrados de la faz de la tierra como consecuencia de una lluvia de meteoritos, que transformó drásticamente las condiciones del clima.

Otro ejemplo claro son las variaciones de los sistemas vivos que ocurrieron como consecuencia de la glaciación en períodos geológicos relativamente recientes. La última glaciación pasó hace sólo aproximadamente 10.000 años, o sea, después de que el hombre actual se había extendido por todo el planeta. A su paso, la última glaciación acabó con muchos de los grandes mamíferos que poblaban el Continente americano, como los vacunos, los equinos, etc. y que se conservaron en el Continente euroasiático.

Este tipo de variaciones ambientales con las consecuencias sobre los sistemas vivos, dependen de la variación de las condiciones ambientales, pero no se pueden confundir con lo que hoy en día se denomina problema ambiental. De hecho sería importante especializar en una forma clara el lenguaje, para distinguir estas dos series de fenómenos. La variación de las condiciones del medio suscita la aparición de nuevos nichos ecológicos o modifica el predominio de los mismos. En esta forma los mamíferos actuales, tanto herbívoros como carnívoros, pudieron prosperar por la desaparición de los antiguos saurios.

En otras ocasiones lo único que hacen los cambios bruscos de las condiciones externas es desplazar las zonas de vida, como sucedió a raíz de las glaciaciones. Durante los períodos glaciares las nieves árticas descendieron hasta cubrir gran parte de Eurasia y de América del Norte. En tal caso la tundra boreal y los bosques de coníferas se desplazaron hacia el sur y ello trajo intensas variaciones en los cordones tropicales y en el cinturón húmedo ecuatorial.

Estas variaciones, sin embargo, difícilmente se pueden llamar problemas ambientales. Los ecosistemas siguieron rigiéndose por las mismas leyes y a medida que cambiaban las circunstancias del medio se modificaban sus nichos ecológicos. Lo característico del ecosistema es que la adaptación y el equilibrio se logran a través de los nichos.

Lo mismo podemos decir respecto a las variaciones que sufre todavía hoy la corteza terrestre. El desplazamiento de las capas tectónicas origina variaciones bruscas como son la aparición de fenómenos volcánicos o procesos de orogénesis o formación de montañas. La tierra sigue conservando su ritmo de transformación desde la formación de las grandes montañas hasta su desgaste por la erosión y la aparición de extensas llanuras, que significa la etapa final o de vejez en la evolución de una región. Desde el punto de vista de los sistemas “naturales”, estos procesos no los podemos llamar problemas medioambientales, en el sentido moderno del término. Son simplemente etapas de amplios ciclos evolutivos, que inducen transformaciones ecológicas.

3.2. LAS MODIFICACIONES HUMANAS

Algo muy distinto sucede con las modificaciones inducidas por la actividad humana. Entender estas diferencias es esencial para comprender en qué consiste la problemática ambiental, cuáles son sus consecuencias y, por consiguiente, cuáles pueden ser sus posibles soluciones.

Para entenderlo vamos, ante todo, a observar en que consisten las modificaciones que el hombre introduce en el funcionamiento del ecosistema. En la última parte procuraremos entender porqué el hombre, a diferencia de las otras especies, introduce estas modificaciones, que pueden aparecer como un desorden sin sentido, pero que quizás no sean, en parte, sino una forma evolutiva de comportamiento y de adaptación, diferente a la que predominó en las etapas anteriores. Vamos a estudiar algunas de estas modificaciones en el mismo orden en el que se estudiaron las leyes del ecosistema.

3.2.1. Modificación de los flujos energéticos

Vimos cómo la energía se incorpora al ecosistema a través de la fotosíntesis, realizada por las plantas verdes y las algas. Esta energía no se recicla, sino que sigue su curso a través de las cadenas tróficas y la energía que no se aprovecha, se desprende en calor, siguiendo la segunda ley de la termodinámica.

Los sistemas tecnológicos, en cambio, utilizan en forma múltiple la energía y la introducen en diferentes momentos del proceso. A lo largo de la historia el desarrollo técnico se puede medir por el manejo de la energía. La domesticación de los animales incorporó su fuerza a la transformación de los ecosistemas. La esclavitud en la época de los grandes imperios, incorpora la fuerza humana para desarrollar las grandes obras hidráulicas.

Estas dos fuentes de energía predominaron desde el neolítico hasta hace dos siglos cuando se inicia la revolución industrial moderna que es ante todo una revolución energética. Incorpora al sistema la energía fósil y posteriormente la energía nuclear. La energía fósil la desentierra el hombre de los grandes depósitos de materia orgánica sepultados durante épocas geológicas anteriores y convertidos en carbón y petróleo. Eran los verdaderos cementerios de la naturaleza o sus basureros. Esos restos vivos se habían transformado en piedras negras o en líquido espeso atrapado en los recipientes naturales de las rocas.

El carbón y el petróleo no son, pues, más que energía solar, convertida en energía orgánica. Estas dos fuentes han movido el mundo durante dos siglos. Han accionado los pistones de las máquinas, han impulsado los vehículos y los aeroplanos, han cubierto de plástico la tierra. La industria y la vida moderna no se entienden sin ellos.

Sólo al final de esa maravillosa carrera tecnológica, el hombre empieza a darse cuenta de que lo que el llamaba desarrollo tiene su precio. No se puede introducir impunemente en el sistema de vida la energía acumulada en los cementerios de la tierra. Sólo muy tarde empezamos a comprender que el equilibrio del planeta empieza a desestabilizarse. Durante miles de millones de años la vida misma venía construyendo su propia casa, su OIKOS y venía alcanzando un equilibrio maravilloso.

El techo de la casa se había modificado drásticamente. De una atmósfera primitiva llena de gas metano y de gases sulfurosos, se había llegado a un balance preciso entre los elementos básicos que requiere la vida. En su estado actual se compone de mucho nitrógeno, bastante oxígeno y una traza minúscula de anhídrido carbónico y otros gases raros. El balance entre estos elementos y estas cantidades se regula a través del mismo sistema vivo. Las plantas se alimentan de anhídrido carbónico y expulsan oxígeno y los animales respiran oxígeno y expulsan CO₂.

Como vimos antes, el techo de la tierra no es, como puede parecerlo, un espacio vacío. Está hecho para domesticar la energía del sol y adaptarla a las condiciones que requiere la vida. Sólo penetran hasta la superficie las ondas más largas y más benignas. Puede decirse con toda precisión y no solo como imagen poética, que la vida es energía domesticada y que en último término los cuerpos vivos son arco iris transformado.

Los cementerios de la vida no pueden ser impunemente recuperados para el progreso del hombre. Hay que pagar el costo y lo estamos pagando.

Este equilibrio maravilloso empieza a verse modificado por la combustión de la energía fósil. Los cementerios de la vida no pueden ser impunemente recuperados para el progreso del hombre. Hay que pagar el costo y lo estamos pagando. Gran parte de los problemas ambientales actuales se deben a la manera como el consumo de energía fósil desestabiliza ese techo sutil que llamamos atmósfera. La inyección de grandes cantidades de anhídrido carbónico y de óxidos de nitrógeno y de azufre está empezando a alterar gravemente las condiciones de la vida y puede causar cambios climáticos cuyas consecuencias apenas se sospechan.

Los impactos de la energía fósil son múltiples. Ante todo, aumenta la presencia de CO2 y rompe el balance que mantiene este elemento con el oxígeno, poniendo en peligro la estabilidad actual del clima. El CO2 atrapa el calor de las ondas infrarrojas aumentando peligrosamente el efecto invernadero.

Por otra parte se ha aumentado la formación de óxidos de nitrógeno y de azufre que en contacto con el agua producen la lluvia ácida. Este fenómeno está causando estragos en las regiones templadas. Afortunadamente, al norte del trópico de Cáncer, los vientos toman la ruta de los polos, evitando así que la lluvia ácida afecte los bosques tropicales. La geografía, por lo visto, también entiende de política. El tema del uso de la energía fósil fue uno de los puntos más difíciles de discusión en la Conferencia Mundial de Brasil-92

LA ENERGÍA EN LOS SISTEMAS TECNOLÓGICOS

Figura 7.

PERIODOS	ENERGÍA UTILIZADA
Paleolítico	Fuego
Neolítico	Viento Tracción Animal
Moderno	Energía Fósil

3.2.2. La ruptura de los ciclos bio-geo-químicos

El balance de los elementos químicos y de los compuestos y su reciclaje son, como vimos, uno de las bases que permiten mantener el equilibrio del ecosistema. Es la estrategia principal para evitar que se acumulen los desechos.

En contraposición, los sistemas tecnológicos además de ser grandes productores de desechos, inciden desfavorablemente en el equilibrio del sistema, rompiendo los ciclos de los elementos y sus compuestos.

La mayor parte de los ciclos han sido afectados por la actividad humana. Los sistemas tecnológicos utilizan en forma muy distinta los diversos estados de los elementos. Ya hicimos alusión a la manera como la actividad tecnológica tiende a prolongar los estados tóxicos, como los óxidos de nitrógeno o de azufre. Asimismo, el aumento del CO₂, mencionado antes, rompe el equilibrio cíclico con el oxígeno. La tala de los bosques disminuye la incorporación de oxígeno, indispensable para la vida en los niveles tróficos superiores.

Otro ciclo que ha entrado en crisis, por no mencionar sino unos pocos, es el que mantiene la distribución estable del agua a lo largo de todo el sistema. La actividad humana ha aumentado la escorrentía, o se el retorno del agua al mar, en la última etapa de su ciclo. La deforestación, la destrucción de los páramos y en general, el deterioro de las cuencas, acelera la escorrentía, de tal manera que estamos disminuyendo la cantidad de agua disponible para el uso humano y de las demás especies.

3.2.3. La desarticulación de las cadenas tróficas.

Donde tal vez se ve con mas claridad el efecto de la actividad humana sobre el equilibrio del ecosistema es en la manera como altera los niveles de las escalas tróficas. Ya vimos la manera como los niveles ascendentes y descendentes de la escala de alimentos distribuye la energía a lo largo del sistema.

La actividad humana ha venido modificando drásticamente este equilibrio, por lo menos desde el neolítico, cuando la agricultura y la domesticación de los animales se convierten en las formas permanentes de subsistencia de la especie humana. La agricultura no es más que la selección por parte del hombre de

algunas especies útiles para la satisfacción de sus necesidades sociales, tales como el alimento, el vestido o la industria.

Al seleccionar algunas especies, el hombre las prefiere sobre otras que conviven dentro de una comunidad vegetal, cumpliendo cada uno la función correspondiente a su nicho ecológico. Al hacer esto, el hombre no tiene más remedio que suprimir las otras especies de la asociación vegetal, para que no compitan por los nutrientes del suelo. A estas especies las llama despectivamente “maleza”, un término que no tiene ningún significado dentro del orden ecosistémico, en donde cada especie cumple una función en la conservación del equilibrio global.

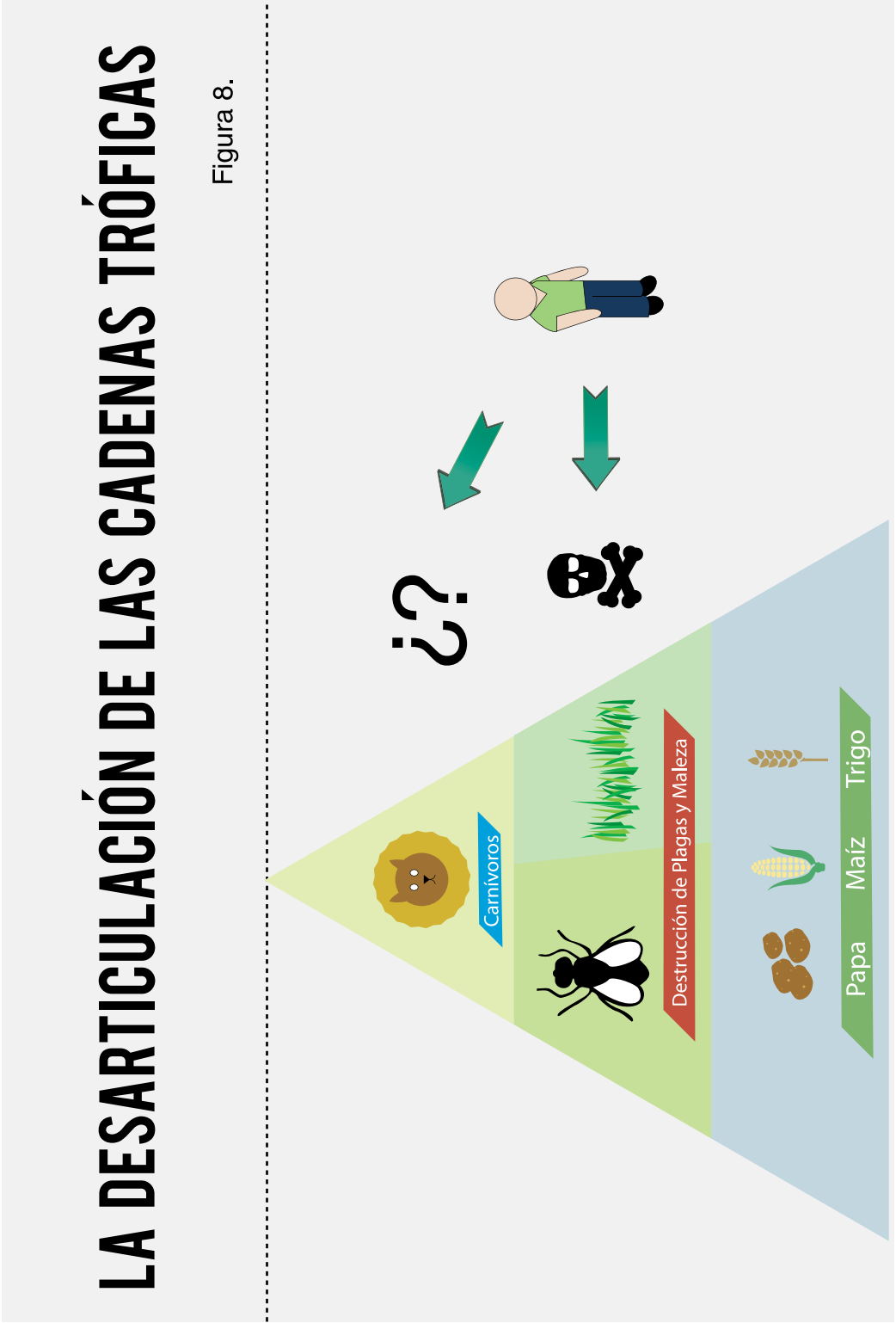
Al mismo tiempo, al multiplicar una de las especies, el hombre está ofreciendo alimento a los organismos que se alimentaban de ella. En esta forma el hombre rompe el equilibrio poblacional del ecosistema. La especie que encuentra cada vez más alimento de manera imprevista, se multiplica rápidamente. Aparece una nueva competencia para el hombre dentro de la escala alimenticia, a la que este le dará el despreciativo nombre de “plaga”, término que tampoco puede aplicarse al orden ecosistémico. El hombre buscará exterminar cualquier animal que compita con la comida que el ha cultivado para su propia subsistencia.

La domesticación de los animales tiene efectos similares. La mayor parte de las especies escogidas por el hombre están en el nivel de los herbívoros y cumplen con una serie de condiciones que le son de gran utilidad. Ante todo, no compiten por el alimento del hombre, sino que más bien transforman el pasto en gustosa proteína. En segundo lugar, el hombre utiliza su fuerza, para las labores que hubiese tenido que realizar él.

Al domesticar los animales, el hombre se tiene que encargar de su alimentación, o sea, que tiene que aumentar las praderas a expensas de los bosques. La población humana o sus necesidades no crecen solas. Esto es algo que suelen olvidar con frecuencia los demógrafos. Al mismo tiempo crece la población de sus animales domésticos. Por cada cabeza humana hay que contar una o más cabezas de vacuno.

*La población humana no crece sola, al mismo tiempo
crece la población de sus animales domésticos.*

Queda por último, la cúpula de la pirámide ocupada por los carnívoros. El hombre no ha sabido qué hacer con ellos. Durante el paleolítico domesticó el perro, para que le sirviese en las faenas de caza y mucho más tarde, en tiempo de los Imperios agrarios, domesticó el gato, para solaz de los faraones. Desde el neolítico, el hombre no ha dejado de luchar contra los demás carnívoros. Vestirse con una piel de león era una señal de prestigio para Sansón, Gilgamesh o Heracles. Hoy en día los encerramos en esas prisiones que llamamos zoológicos.



3.2.4. El nicho del hombre y los equilibrios tecno-biológicos

Es útil preguntarse al final de estos análisis, si la especie humana ocupa o no un nicho dentro del ecosistema. Este problema ha sido discutido por los ecólogos de diferentes tendencias, sin que se haya hecho claridad al respecto. Es, sin embargo, uno de los temas básicos para comprender la crisis ambiental. Si se ha seguido con atención los análisis anteriores se comprenderá que el ecosistema está articulado por nichos, es decir, que cada especie cumple una función precisa en la transmisión de la energía, en el reciclaje de los elementos y, por lo tanto, en la conservación del equilibrio global. Cada especie se adapta al medio solamente a través de su nicho.

Podemos darnos cuenta que ese no es el caso de la especie humana. Su adaptación al medio no se realiza de manera circunscrita al preciso límite de un nicho ecológico. El hombre maneja y controla la totalidad del ecosistema o gran parte de él, de tal manera que el equilibrio global depende cada vez menos del balance de los nichos y cada vez más de los mecanismos tecnológicos incorporados al sistema por la actividad humana. A través de la actividad agraria o forestal, el hombre ha modificado la mayor parte de las zonas de vida. La mayoría de los bosques caducifolios, con suelos fértiles, se han visto reemplazados por los cultivos. Igual les ha sucedido a las praderas, cuyas hierbas originales han sido reemplazadas por los triguales.

Los monocultivos o cualquier otro tipo de cultivo artificial, no se regulan por la complementariedad de los nichos. Tienen que ser controlados en forma artificial, por la actividad humana. Si deja de controlarlo, el equilibrio alcanzado se desploma y se vuelve a recuperar el orden ecosistémico. Si el impacto ha llegado a deteriorar en forma grave el suelo, las formaciones vegetales que existían allí no podrán recuperarse. Tendrá que iniciarse el ciclo con las primeras plantas colonizadoras que restablezcan la capa vegetal del suelo y ello podrá durar cientos de años.

3.2.5. Resiliencia ecosistémica y resiliencia tecnológica

Este análisis nos lleva a la última consideración que permite distinguir el orden ecosistémico de los órdenes artificiales creados por el hombre. Los límites entre los cuales se puede mover el equilibrio del ecosistema pueden ser modificados

por la actividad humana. De hecho eso es lo que ha venido sucediendo, especialmente desde el neolítico. Cualquier inducción tecnológica significa una alteración de los límites en los que se puede mover un sistema vivo.

Cualquier inducción tecnológica significa una alteración de los límites en los que se puede mover un sistema vivo

Al transformar los nichos ecológicos, el hombre modifica necesariamente los límites del equilibrio global. Los nuevos límites dependen de la inducción tecnológica incorporada al sistema. Al suelo poco fértil el hombre puede incorporar nutrientes y en los climas secos puede utilizar regadío. Con ello modifica los límites del sistema. Esta modificación de los límites de cada una de las zonas de vida puede llegar, sin embargo a alterar el equilibrio global.

Si el hombre logra hacer un jardín de los cordones secos tropicales y transformar en praderas los bosques húmedos tropicales tendrá que buscar nuevos equilibrios que permitan los balances de temperatura y humedad a nivel planetario. De lo contrario, la naturaleza sepultará los equilibrios creados por el hombre. No le está prohibido hacerlo, pero tiene que hacerlo bien. La solución al problema ambiental no consiste en no transformar sino en transformar bien.

Sin embargo, en los sistemas artificiales el equilibrio no depende solo de la inducción tecnológica. Los impactos que la tecnología ocasiona no pueden superar los límites máximos que puede resistir el sistema natural. Los sistemas naturales, dejados a su propio vaivén, tienen su límite que difícilmente rompen, a no ser inducidos por los cambios bruscos de las condiciones ambientales. Como vimos antes, estos límites no coinciden con los márgenes de los mismos sistemas, sometidos a la transformación tecnológica. Sin embargo la tecnología no puede ampliar indefinidamente los límites de los sistemas. Una vez superados ciertos límites, el equilibrio se desploma y arrastra consigo toda la actividad del hombre, sepultando las formaciones culturales sostenidas sobre ese equilibrio.

A estos nuevos equilibrios o sistemas tecnológicamente balanceados los podemos llamar “sistemas tecnobiológicos”, para contraponerlos a los ecosistemas. Como podemos ver, estos sistemas artificiales contruidos por la actividad humana no siguen exactamente las leyes que rigen el ecosistema. Más aún, su razón de ser consiste en transformar esas leyes y construir equilibrios nuevos que dependen en gran parte del manejo tecnológico. Por esta razón es indispensable diferenciar el lenguaje. Llamar ecosistema a los sistemas artificiales lo único que

hace es impedir la comprensión de las diferencias entre los dos órdenes.

Evidentemente, los equilibrios tecnobiológicos no suprimen de un tajo todas las leyes del ecosistema y esto es lo que da pie a las confusiones entre ambos. Los campos de trigo siguen haciendo fotosíntesis. Las ciudades, que son los espacios más modificados, siguen manteniendo restos de ecosistemas como retazos de un naufragio. Algunos árboles, unas pocas aves, muy pocos insectos y muchos roedores por debajo de la superficie asfaltada. El equilibrio de estas especies, sin embargo, depende ya en gran parte del manejo artificial del hombre. Lo mismo sucede con los animales domesticados, que, sin embargo, siguen dependiendo de la acumulación energética lograda por la fotosíntesis.

Cuando el hombre desarrolle tecnología para hacer fotosíntesis, Entonces podrá prescindir de la naturaleza verde, aunque todavía no podemos imaginar el costo ambiental de esa aventura.

Sin embargo, a medida que avanza el desarrollo tecnológico va desplazando cada vez más el dominio de las leyes del ecosistema. Se puede pensar lo que pasará con el conjunto de los niveles tróficos cuando el hombre desarrolle tecnología para transformar directamente la energía solar en energía orgánica, reemplazando la fotosíntesis. Entonces podrá prescindir de la naturaleza verde, aunque todavía no podemos imaginar el costo ambiental de esa aventura.

3.3. CONSECUENCIAS

La primera conclusión a la que podemos llegar es que el problema ambiental cae dentro del proceso evolutivo. Depende de la forma como la evolución biológica remata en la salida técnica, con todas las consecuencias y responsabilidades para el logro de un nuevo equilibrio. Es la primera vez que el equilibrio depende de responsabilidades. La ciencia y la tecnología han venido transformando los equilibrios anteriores. La historia no es más que un proceso de modificación y domesticación de la naturaleza en su conjunto. La cultura es naturaleza transformada y la naturaleza ha entrado en un proceso de hominización.

Esta visión posiblemente choca con muchos de los estereotipos del ambientalismo

actual, seducido por el reduccionismo ecologicista. El problema ambiental no consiste en “conservar” la naturaleza, sino en modificarla bien, aunque tenga que “conservar” para lograr una transformación adecuada. El hombre no puede renunciar a su destino tecnológico impuesto por la misma evolución. La solución al problema ambiental no consiste en que la especie humana se acomode humildemente dentro de un nicho ecológico y colabore desde allí al equilibrio global. Tampoco se trata de renunciar al antropocentrismo, sino de entenderlo en su verdadero significado. El hombre tiene en este momento la responsabilidad del sistema total de la vida y no puede delegar esa responsabilidad.

CUARTA PARTE:
LA CULTURA
COMO SISTEMA DE
ADAPTACIÓN

Al considerar la manera como el hombre modifica los sistemas vivos, la primera tentación es tratarlo de depredador insolente e irresponsable. En estos calificativos caen algunos de los movimientos ambientales modernos, especialmente aquellos influenciados por el reduccionismo biológico, que no comprenden la conducta del hombre sino que se desesperan con ella. Piensan quizás que la evolución se equivocó al engendrar a un enemigo interno que vino a desordenar el sistema.

La mayor parte de los ecólogos concluyen cada uno de los capítulos en los que describen las leyes antes analizadas, con denuestos contra el animal humano. Algunos de ellos hacen esfuerzos muy poco eficaces por introducir el comportamiento humano dentro de las leyes del ecosistema. Intentan asignarle al hombre un nicho ecológico o un lugar dentro de las cadenas tróficas.

Sin embargo, para entender el problema ambiental y para buscar soluciones correctas es necesario entender y apreciar no solamente la naturaleza, tal como se ha desarrollado en el proceso evolutivo, hasta conformar los ecosistemas modernos, sino que es necesario entender y apreciar al hombre.

El hombre ha sido desterrado del paraíso ecosistémico, pero sigue siendo parte del reino de la naturaleza.

Entender al animal humano no significa exaltarlo por encima de la naturaleza, sino comprenderlo dentro del sistema de la naturaleza. El sistema natural, en efecto, no se agota en la estructura maravillosa de los ecosistemas. La evolución siguió adelante y conformó este extraño mamífero que, para subsistir, tiene que modificar las leyes por las que se había regido hasta entonces la vida. El hombre ha sido desterrado del paraíso ecosistémico, pero sigue siendo parte del reino de la naturaleza.

4.1. LAS DIFERENCIAS EVOLUTIVAS DEL HOMBRE

Tan pronto como se plantean las diferencias del hombre con relación a los otros animales, surgen a la mente conceptos muy difíciles de manejar dentro de un diálogo interdisciplinario como son: razón, inteligencia, voluntad,

libertad, conciencia, etc... No se trata de negar la validez de estos conceptos pero es necesario reconocer que provienen de una filosofía narcisista, muy poco relacionada con el mundo natural.

Por eso quizás sea mejor iniciar modestamente el rastreo de las diferencias por los datos que suministra el estudio de la evolución. Lo que encontramos desde la aparición del Homo erectus hasta la consolidación del Homo sapiens es la definición de una serie de características evolutivas que cambian las formas de adaptación al medio.

La especie humana no se diferencia de las otras especies por ninguna de las características que habían venido evolucionando desde los platelmintos. Sus sistemas digestivo, respiratorio y circulatorio son muy similares a los que habían perfeccionado los mamíferos superiores. Por esta razón la especie humana sigue siendo un mamífero del orden de los euterios. La teoría de la evolución no se equivoca al asimilarlos al reino animal.

Las características que aparecen con la especie humana van por otro camino. Modifican los mecanismos adaptativos propios del ecosistema. En éste, las formas adaptativas son tan precisas como los engranajes de un reloj. Así, por ejemplo, las plantas colonizadoras, cuya función es entrar como pioneras a conquistar la roca árida o los suelos deteriorados, poseen una fuerte resistencia a las condiciones adversas del clima y un maravilloso poder de reproducción y regeneración que les permite subsistir dentro de un ambiente hostil.

Puede decirse que desde el inicio de la vida pluricelular, hace unos 600 millones de años, la evolución se desarrolló a través de lo que podemos llamar la adaptación orgánica. Ninguna de las especies se independiza de esta estrategia adaptativa. La conquista de la tierra firme por los reptiles o de la atmósfera por las aves requirió transformaciones que se hicieron a través de adaptaciones orgánicas. El aparato respiratorio, por ejemplo tuvo que sufrir cambios para lograr captar el oxígeno atmosférico, en lugar del oxígeno disuelto en el agua.

Lo que aparece con la especie humana significa una revolución evolutiva, cuyas características e importancia no se ha tenido en cuenta ni siquiera para establecer los sistemas clasificatorios y menos aún para definir el significado de la historia, como parte del proceso evolutivo.

La cultura es una forma adaptativa surgida en el proceso mismo de la evolución, pero que modifica drásticamente los mecanismos adaptativos anteriores. Como lo plantea Dubos, "el hombre ha adquirido un método parabiológico nuevo para

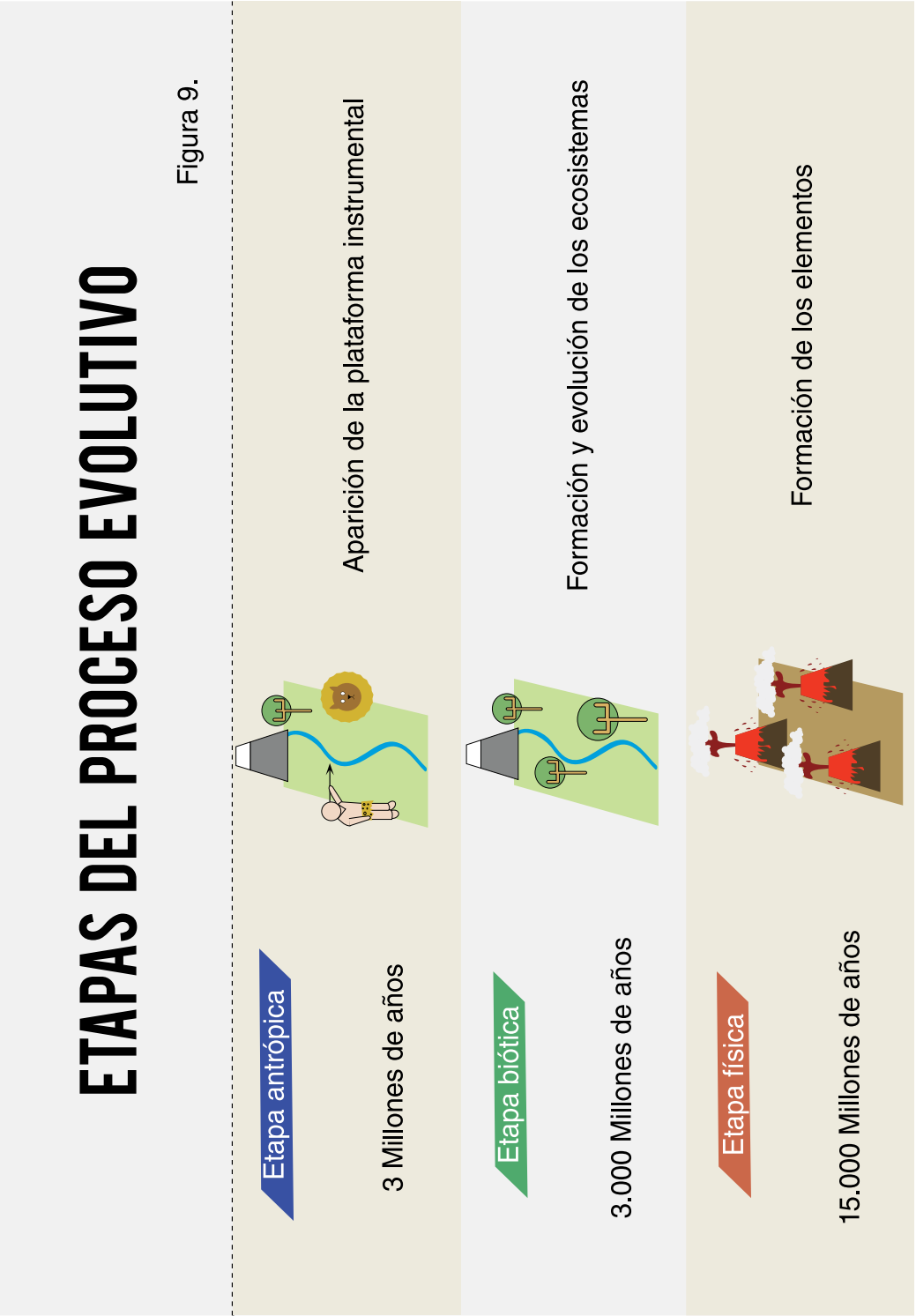
adaptarse a su ambiente. En este respecto, difiere cualitativamente del resto de la creación animal” (Dubos, 1975). Moscovici, por su parte, habla de una estructura tecnológica que inaugura un movimiento singular en la naturaleza. Como lo expresa el genetista T. Dobshansky: “Los seres humanos han cedido la supremacía de la evolución humana a un agente superorgánico o no biológico enteramente nuevo, la cultura.”.

¿En qué consiste esa “salida” o ese “movimiento singular”, que caracteriza el comportamiento humano? Ante todo en la posibilidad de utilizar instrumentos físicos para transformar el medio. Desde el momento en que la especie humana puede basarse en las construcciones artificiales para adaptarse al ambiente, desplaza a un segundo plano la necesidad de las modificaciones genéticas.

No son, sin embargo, los instrumentos físicos los únicos que posibilitan una nueva forma adaptativa. La instrumentalidad física está íntimamente ligada a las otras características que se afianzan y se desarrollan en la especie humana. La fabricación y utilización permanente y evolutiva de los instrumentos como nueva forma adaptativa no hubiese sido posible sin el desarrollo del neocéfal, la conformación de la mano, la aparición de la vista estereoscópica y el establecimiento de una compleja organización social, basada en el lenguaje articulado. La cultura es al mismo tiempo herramienta, organización social y símbolo.

La especie humana y por lo tanto la cultura, pertenecen al orden natural de la misma manera que las plantas o las especies animales. Es el mismo proceso evolutivo el que conduce hacia la adaptación instrumental, la organización social y la elaboración simbólica. La tecnología, la organización social y el símbolo deberían tratarse como formas adquiridas en el proceso evolutivo de la naturaleza.

Apoyado en esta nueva plataforma instrumental, el hombre inicia un proceso nuevo de adaptación que en un corto espacio de tiempo modifica la organización de las estructuras ecosistémicas vigentes y amenaza con destruirlas. En ello consiste el problema ambiental. El proceso evolutivo tiene que contar en adelante con este dilema. El problema ambiental es el resultado de las nuevas formas de adaptación. No es la consecuencia de las leyes que regulan los ecosistemas, pero tampoco puede considerarse como la consecuencia de la insensatez humana.



4.2. LA CULTURA COMO FASE EVOLUTIVA

Ante todo, es necesario comprender que la cultura no es quizás un extrañamiento o una alienación. No es el don de Prometeo ni tampoco la conquista autónoma del hombre. Es un hecho tan natural como la evolución biológica. Más aún, es la prolongación de dicha evolución. Es la naturaleza la que se convierte en cultura. La cultura no constituye una intromisión extraña en el orden de la naturaleza. Es una fase de la misma naturaleza. La aceptación o negación de estos supuestos están cargadas de consecuencias para el pensamiento ambiental.

Es la naturaleza la que se convierte en cultura.

Es muy difícil aventurarse a pensar la razón de esta “salida” evolutiva. Hace unos dos millones de años, en el ecotono que separa la selva tropical húmeda de las praderas africanas, se inicia la carrera evolutiva hacia el manejo de la instrumentalidad. Los primates habían evolucionado de pequeños mamíferos, posiblemente emparentados con las musarañas. Insectívoros en un principio, se fueron adaptando poco a poco a la dieta vegetal. Los primates que se conservaron dentro del régimen de una dieta mixta, pudieron adaptarse al cambio de bioma, inducido por los cambios climáticos.

Los primeros homínidos evolucionaron a partir de los primates antropoides cuya cuna fue la selva húmeda tropical y que conquistaron lentamente el ecotono entre estas y las praderas abiertas. La mayor parte de los simios, sin embargo, desaparecieron juntamente con las selvas y con los bosques montanos de Europa meridional y del Asia central y oriental. Algunos lograron adaptarse a los biomas de transición y a las sabanas abiertas.

No ha sido fácil encontrar los hilos de este proceso evolutivo. Podemos hacer, siguiendo a Eldredge, un breve resumen de las incertidumbres y las aproximaciones en la siguiente forma. Hace tres o cuatro millones de años apareció en Tanzania el *Australopithecus afarensis*, un homínido pequeño y bípedo, con un cerebro poco desarrollado aún y que no había desplegado todavía la habilidad técnica en el manejo de las herramientas.

El *Australopithecus robustus* y el *Australopithecus bosei* aparecen de pronto: “hechos y derechos” hace dos millones de años y desaparecen igualmente

de repente hace un millón de años. Parece que durante algunas de estas etapas convivieron y se disputaron entre sí el hábitat. Es posible que el “*A. robustus*” con sus grandes muelas planas se hubiese especializado en la dieta vegetal, mientras el grácil prevaleció gracias a su dieta generalizada. Los últimos descubrimientos sugieren que la locomoción erecta precedió en un millón de años o más a la aparición de las herramientas.

Viene después el prolongado imperio del *Homo erectus* que domina la historia evolutiva desde hace 1.6 millones de años, hasta el hombre de Pekín, hace medio millón de años. El *Homo erectus* tuvo éxito. Se extendió por las regiones tropicales y subtropicales y penetró en la zona templada. Para ello, tuvo que armarse con el dominio técnico del fuego.

Durante esta época no parece que la evolución biológica coincida con la evolución técnica. “La aparición de una nueva especie no coincide con la introducción de una nueva tecnología”. Tampoco los avances tecnológicos que una especie hace, desplaza necesariamente las tecnologías viejas. En África, la cultura Oldowense se mantuvo intacta mucho tiempo junto a la cultura Acheulense.

En los quinientos mil años que van desde el hombre de Pekín a la especie actual nos encontramos ya con cerebros muy desarrollados, como los pertenecientes a las mandíbula de Mauer o al cráneo de Petralona y otros muchos encontrados a lo largo del viejo Continente.

Entre todos, el Neanderthal es nuestro próximo pariente. Se había dispersado por Europa y Asia desde hace unos 160.000 años, hasta su extinción en la etapa inicial del hombre moderno del cual alcanzó a ser contemporáneo por un breve período. En él encontramos ya bastante consolidado el sistema cultural. Parece, sin embargo, que su configuración gutural no le permitía todavía el manejo del lenguaje articulado. Hace un poco más de treinta mil años desaparece de manera súbita.

4.3. LA CONSOLIDACIÓN DE LA PLATAFORMA INSTRUMENTAL

Con el *Homo Sapiens*, los homínidos alcanzan plenamente las bases biológicas para el desarrollo de la cultura. La aparición del lenguaje articulado es posiblemente el distintivo más característico de la nueva especie. Fue el último rasgo en aparecer y lo hizo sólo cuando el cerebro alcanzó el volumen que

tiene en la actualidad. Sacher supone que fue una “invención instantánea”. Los cambios anatómicos del cráneo permitieron el desarrollo de la faringe. El hombre moderno, que aparece hace unos 35 mil años “no era sólo mejor cazador, sino intelectualmente superior en todos los aspectos”.

El desarrollo de la plataforma tecnológica supone, pues, la convergencia evolutiva de múltiples caracteres. Vamos a enumerar solamente algunos. Ante todo, la posición erecta. La vida había asumido la posición horizontal desde los platelmintos. Esta estrategia evolutiva tuvo éxito. Posibilitó una mayor movilidad y permitió el desarrollo de un complejo sistema neuronal y la consecuente aparición del órgano de la vista.

La segunda característica es la conformación de la mano. La posición erecta no significó solamente la liberación de dos extremidades. Estas se convirtieron en dos órganos prensores finamente articulados. Las manos significan una maravilla evolutiva. El hombre ante todo es un animal con mano.

El hombre ante todo es un animal con mano.

La tercera característica evolutiva de la especie humana es el perfeccionamiento de la visión. La aparición de una vista estereoscópica, es decir que puede percibir los objetos en sus tres dimensiones y además puede captar toda la gama del espectro luminoso es otra de las maravillas evolutivas que aparecen con la especie humana.

La cuarta característica es la aparición de un aparato fonético, que va a permitir una revolución en las formas de comunicación: el lenguaje. Las especies anteriores tienen múltiples formas de comunicarse. Sin embargo, el lenguaje articulado es otra cosa. Con unos pocos sonidos puede construir casi infinitas formas de comunicación.

Ninguna de las características evolutivas señaladas hubiese podido funcionar adecuadamente sin un instrumento que va a dar sentido o va a posibilitar la articulación de todas las ventajas evolutivas aparecidas con la especie humana. La última maravilla evolutiva que nos interesa señalar es la aparición de una primera computadora neuronal como es el neoencéfalo.

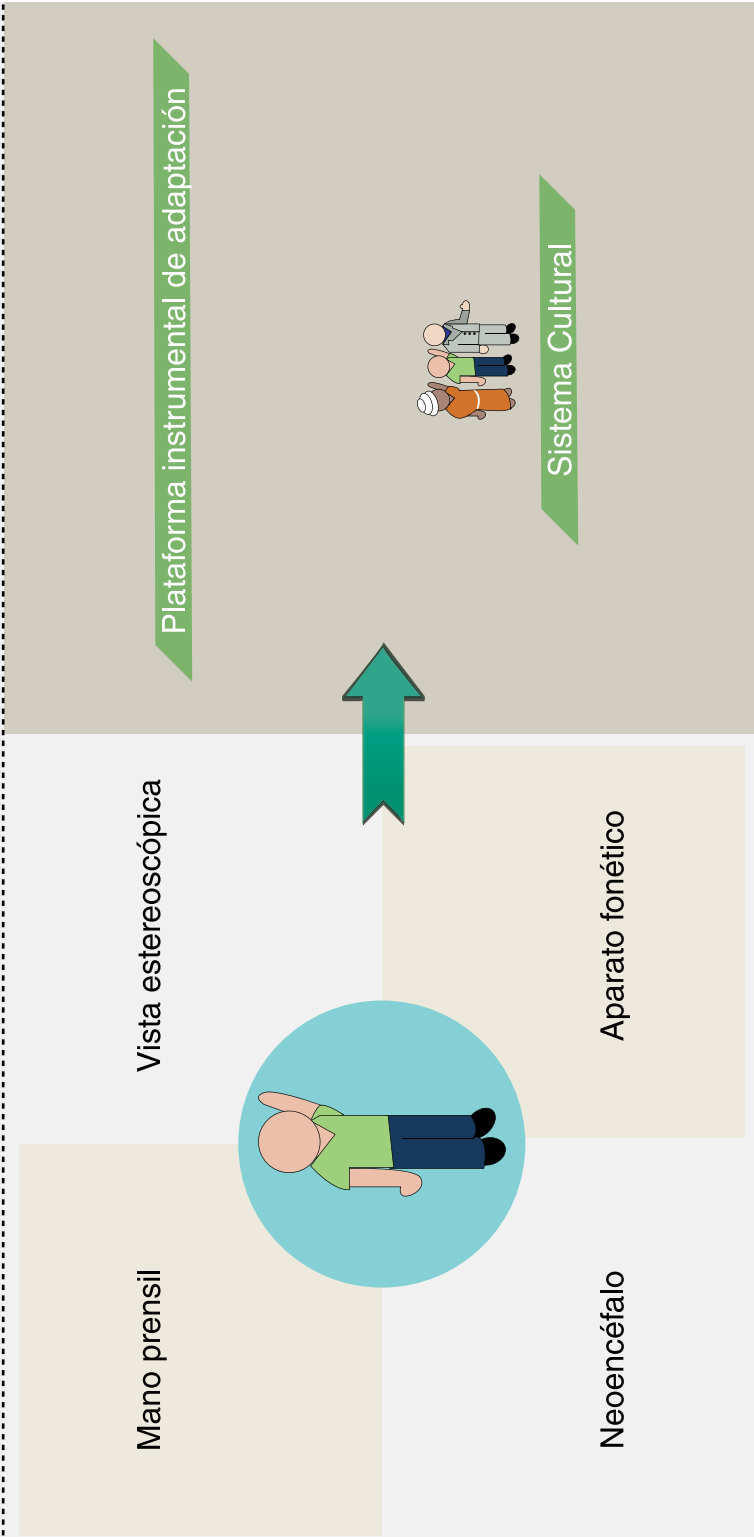
El desarrollo nervioso de las especies anteriores siguió un camino preciso: servir de instrumento para la adaptación orgánica. Se trata por tanto de circuitos

neuronales cerrados que tienen por objeto posibilitar el desarrollo de una función. La visión que se inicia con los platelmintos exigía la aparición de un sistema nervioso que posibilitase el ejercicio de los órganos.

El neoencéfalo es algo cualitativamente distinto. No es simplemente el aumento cuantitativo de la masa encefálica. A diferencia de las redes anteriores, el neoencéfalo no tiene una función orgánica precisa. Está formado por redes abiertas. La cultura es la encargada de cerrar las terminaciones neuronales y de fijar, por consiguiente, los comportamientos.

PLATAFORMA INSTRUMENTAL DE ADAPTACIÓN

Figura 10.



4.4. LA CULTURA COMO PLATAFORMA INSTRUMENTAL

Estas son las características básicas que aparecen con el hombre, dentro del proceso evolutivo. No son, sin embargo, características aisladas que sirvan para desarrollar solamente funciones distintas. Son mas bien caminos convergentes que van a cambiar de manera radical el comportamiento evolutivo. Ninguna de estas ventajas tiene significación de manera aislada ni puede explicarse independientemente de las demás. Todas ellas confluyen en una estrategia distinta de adaptación al medio. Esta forma adaptativa es la que vamos a llamar “plataforma instrumental”.

El concepto de plataforma instrumental significa que todas las ventajas evolutivas incorporadas por la especie humana confluyen en la adaptación instrumental al medio. Muchas de las especies anteriores utilizan instrumentos para adaptarse. La instrumentalidad humana es, sin embargo mucho mas compleja e implica una modificación del comportamiento evolutivo.

El hombre es la única especie que evoluciona con base en el perfeccionamiento de la plataforma instrumental, sin necesidad de cambiar su estructura orgánica. Piénsese en lo que ha sido la historia desde el paleolítico hasta la actualidad, desde las cuevas primitivas hasta las megalópolis modernas, desde el caballo hasta el avión, desde el hacha, hasta la bomba atómica.

La especie humana se ha adaptado a todos los climas sin necesidad de transformar sus órganos básicos. Variaciones accidentales como el color de la piel o el rasgo de los ojos no significan el paso de una especie a otra. Las transformaciones instrumentales son, desde la aparición del hombre, la principal forma de adaptación y transformación. El proceso evolutivo, por tanto, se sale de la adaptación puramente orgánica y se establece en el campo de la instrumentalidad.

Ello no significa que la plataforma instrumental no tenga una base biológica. La adaptación a través de instrumentos no hubiese sido posible sin la mano prensora, la vista estereoscópica, el aparato fonético y el neocéfalo. Estos cambios orgánicos fueron los que establecieron las bases para una estrategia diferente de adaptación que es la cultura.

4.5. DEFINICIÓN DE CULTURA

La plataforma instrumental es la base sobre la que se establece la cultura. Vamos a definir ante todo el término “cultura”, que en la literatura social es utilizado de diferentes maneras. Los sociólogos y otros científicos sociales lo entienden como el reino de las manifestaciones artísticas y literarias. Es el uso predominante en el lenguaje ordinario. Aquí se va a entender en el sentido que le dan algunas corrientes de la etnología y de la antropología, como el conjunto de la formación social que incluye las herramientas físicas (técnica), las formas de organización social y las manifestaciones simbólicas.

La antropología, por el hecho de que su objeto de estudio es prioritariamente el análisis de lo pueblos primitivos, ha logrado más fácilmente entender la cultura como un todo sistémico, cuyas partes están articuladas. Por esta razón los antropólogos no tienen dificultad en concebir la cultura como “el complejo que comprende conocimiento, creencias, arte, derecho, moral, costumbres y cualesquiera otras capacidades y hábitos adquiridos por el hombre como miembro de la sociedad”. Tal es, por lo menos la definición ofrecida por Tylor en 1871. En esta definición están incluidos los instrumentos materiales, al igual que las formas de conocimiento y de relación social.

Tomada en este sentido, la cultura es el conjunto de herramientas, conocimientos y comportamientos adquiridos, que se transmiten de una generación a otra. Sobre esta plataforma se basa necesariamente la subsistencia de la especie y sus posibilidades de progreso. L.A White la define en la siguiente forma: “Específica y concretamente la cultura se compone de instrumentos, utensilios, vestidos, ornamentos, costumbres, instituciones, creencias, ceremonias, juegos, obras de arte, etc. Todos los pueblos, en todas las épocas y lugares han poseído cultura.”

La cultura es el conjunto de herramientas, conocimientos y comportamientos adquiridos, que se transmiten de una generación a otra.

La antropología, sin embargo, se ha ido separando poco a poco de esta primera concepción totalizante de cultura. En ello ha tenido mucho que ver el reduccionismo idealista de las ciencias sociales. La reacción de la antropología americana impulsada especialmente por Boas y sus discípulos fue convirtiendo el concepto de cultura en una simple expresión de las ideas. Alfred Kroeber, sin

embargo, conserva en sus primeras obras la definición totalizante de Taylor. En esta forma, todavía en 1948, define la cultura como “el conjunto aprendido y transmitido de reacciones, hábitos, técnicas, ideas, valores y comportamientos inducidos por estos”.

La opción por esta terminología tiene como propósito insistir en las interrelaciones de cualquier formación social entre los instrumentos técnicos, la organización socio-política y las manifestaciones simbólicas. Es indispensable evitar el desprecio de un humanismo mal comprendido hacia la técnica o una visión tecnocrática que impide ver las interrelaciones de la cultura. La técnica, la organización social y los símbolos no son caminos paralelos. Son elementos interrelacionados de una plataforma instrumental de adaptación.

La cultura, por lo tanto, es también una estrategia adaptativa. Es una plataforma que tiene múltiples instrumentos de adaptación y transformación del medio. Ello significa que la especie humana no se adapta o transforma el medio exclusivamente a través de la técnica, sino también a través de instrumentos sociales y simbólicos. Es esta dimensión adaptativa de las organizaciones sociales y de los símbolos lo que han echado en olvido las ciencias sociales. La sociedad no es solo una manifestación de fraternidad y convivencia o de odios y guerras, ni los símbolos una simple forma de fantasear. Representan también formas adaptativas.

La caza, tal como fue practicada por el hombre primitivo, no hubiese sido posible sin formas precisas de organización social y sin un mundo simbólico que posibilitase la cohesión social y la transmisión del conocimiento. El hallazgo de la agricultura requirió cambios profundos en las formas de organización social y los símbolos del hombre cazador tuvieron que ser reemplazados por los signos de la fertilidad. Los imperios agrarios fueron una forma adaptativa que permitió a través de un doloroso instrumento social como fue la esclavitud, superar la crisis de una población creciente encerrada en valles estrechos y cerrados. Las diosas de la fecundidad tuvieron que dar paso a los dioses solares que se adaptaban mejor a la forma piramidal del Estado.

Como puede verse, la cultura es una plataforma compleja que difícilmente puede ser entendida sin analizar la manera como las sociedades buscan estrategias adaptativas que les permitan mantener un cierto equilibrio con el medio externo. Estas múltiples relaciones de las distintas culturas con su medio es el objeto preciso del análisis ambiental.

En los capítulos anteriores se ha venido hablando del hombre como si fuese un

ser individual y aislado. Es una falsa impresión. El hombre individual solo puede adaptarse al medio a través de la cultura. El individuo es engendrado por una cultura y es esta la que organiza en uno o en otro sentido su comportamiento. El hombre, por tanto, es un animal cultural.

Aquello mediante lo cual el individuo tiene aquí validez y realidad es la cultura (Hegel)

El cazador primitivo vivía dentro de normas culturales muy distintas a las que rigen el comportamiento del ciudadano moderno. Incluso hoy en día las formas de percibir el mundo y de adaptarse a él son muy distintas en el miembro de una comunidad indígena, en el campesino minifundista y en el habitante de una gran ciudad. El comportamiento está modelado por la cultura. La cultura es, por tanto, ese cúmulo de tradiciones técnicas, sociales y simbólicas que se transmiten de una generación a otra y que permiten a la especie humana sobrevivir y evolucionar.

4.6. ORDEN ECOSISTÉMICO Y ORDEN CULTURAL

Desde esta perspectiva podemos comprender hasta que punto están equivocados algunos movimientos ecologistas o algunos científicos que se contentan con lanzar denuestos contra el hombre, porque introduce el desorden dentro de las leyes precisas que regulan el funcionamiento de los ecosistemas. No es el “hombre” tomado individualmente, el que causa el problema ambiental, sino el hombre inserto y formado en una cultura.

El problema ambiental surge de los posibles conflictos entre ecosistema y cultura. La cultura es una plataforma versátil de adaptación y transformación del medio, cuyo equilibrio no es fácil de asegurar. Por otra parte, el hombre como especie o la cultura como sistema no tiene otra forma de adaptarse que a través de su compleja plataforma instrumental, construyendo técnicas, organizando formas sociales de convivencia o de conflicto y elaborando símbolos que le permitan comprender mejor la realidad exterior y sus relaciones con ella.

El orden cultural, por consiguiente, no es el orden ecosistémico, pero tampoco es el desorden. Es otro orden distinto. Es tan falso y tan desorientador plantear

que el orden ecosistémico es el único posible, como creer que el único orden posible es el de la ciudad y que la naturaleza, por fuera de ella, es el caos. El ecosistema tiene su propio orden, pero no coincide con el orden cultural. La sociedad construye su propio orden transformando el orden ecosistémico. Ambos representan dos momentos evolutivos diferentes.

Por esta razón el problema ambiental no consiste en conservar el orden ecosistémico, sino en saberlo transformar bien. El orden humano también es un orden natural. Ha surgido de la evolución y tiene raíces biológicas. Pertenece a la naturaleza, pero está sostenido en una estructura distinta de comportamiento que es necesario entender, para analizar debidamente la crisis ambiental.

El orden humano también es un orden natural

El hombre no puede regresar en la escala evolutiva, para adaptarse, como cualquier especie, a través de un nicho ecológico. Ha sido arrojado definitivamente del paraíso ecosistémico. Esta situación ha sido bellamente descrita por los mitos babilónicos reproducidos por el mito judío del paraíso terrenal. El ambientalismo tiene que asumir la tecnología y la cultura como etapas evolutivas que es inútil desprestigiar y que más vale aceptar como etapas de la vida misma.

4.7. MEDIO AMBIENTE Y CULTURA

Una transformación adecuada no depende solamente de una técnica eficaz, sino igualmente de instrumentos sociales y simbólicos adaptados culturalmente. Muchos de los problemas ambientales dependen no de la inadecuación de los instrumentos técnicos, sino de la desadaptación de los instrumentos simbólicos y sociales. Estos influyen tanto y en ocasiones más en las transformaciones del medio que las herramientas físicas.

Los Imperios Agrarios modificaron el medio a través de un sofisticado instrumento social como fue la esclavitud, más que con las herramientas primitivas que heredaron de los pueblos neolíticos. El Estado como sistema centralizador, sirvió para encausar toda la energía social hacia la construcción

de las grandes obras hidráulicas, necesarias para una agricultura intensiva.

Los problemas ambientales que dejaron estos Imperios, como la deforestación del Oriente Medio, hay que atribuírselo no sólo a las hachas primitivas, sino también a la manera como estaba organizado el Estado y a las formas imperiales de dominación que los llevaron a someter las culturas vecinas para abastecerse de sus recursos.

Los problemas ambientales de hoy difícilmente pueden entenderse sin tener en cuenta la manera como se articula la producción a nivel mundial y los complejos mecanismos de los sistemas económicos, sociales y políticos. Baste un ejemplo. Desde la Segunda Guerra Mundial, una de las estrategias más favorecidas para ampliar la producción ha sido disminuir la vida útil de los productos. ¿Como explicar sin ese mecanismo económico el agotamiento de los recursos, el envenenamiento de las aguas o la saturación de basuras?

De la misma manera que los problemas ambientales no pueden ser entendidos sin analizar los sistemas sociales y simbólicos, los cambios que sufren estos sistemas culturales no pueden ser comprendidos adecuadamente, sin tener en cuenta la manera como son acorralados por los problemas ambientales que ellos mismos suscitan. Ello se puede observar con claridad en un ejemplo suficientemente alejado de nuestras preocupaciones ideológicas.

Las tribus cazadoras tuvieron que transformar sus técnicas, a medida que se iba agotando la fauna dentro de los cotos de caza. Cuando la transformación técnica no bastó para obtener la misma eficacia en la consecución de la dieta proteínica, tuvieron que ampliar los cotos de caza y es muy posible que esta circunstancia haya influido en el cambio de las formas patrilocales a la matrilocales. Los hombres, alejados por espacios demasiado largos del centro del hogar y de la cultura, perdieron momentáneamente las riendas del poder.

Como puede verse el problema ambiental no es un conflicto exclusivo de la sociedad moderna. Puede decirse que el hombre lo ha llevado a cuestras a lo largo de su recorrido histórico. Las diferentes culturas han enfrentado bien o mal sus relaciones con el medio y el hombre no ha sido siempre exitoso en esta empresa. La historia es un cementerio de culturas, muchas de las cuales no han logrado adaptarse o transformar bien las condiciones del entorno.

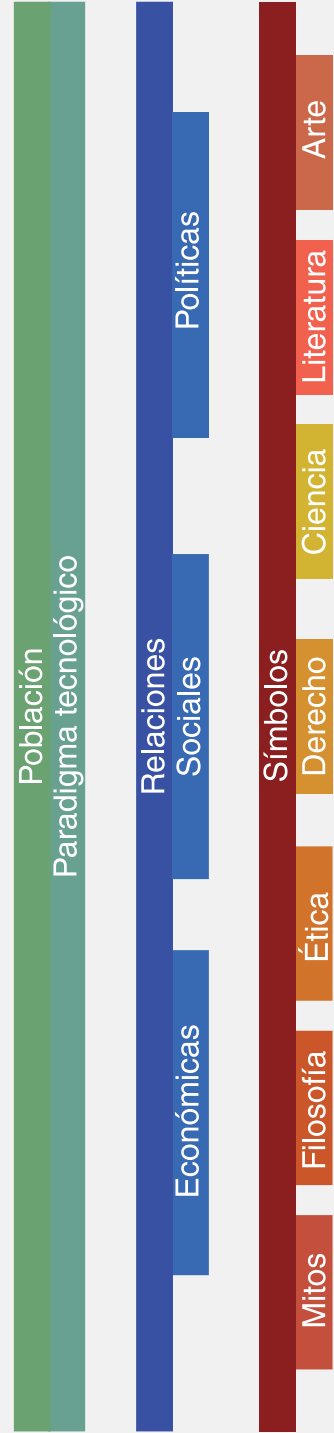
El sueño de la independencia del medio físico alimentado por la cultura moderna

Se ha logrado la planetización del desarrollo, pero el costo empezamos a sentirlo en la epidermis de la cultura y de la vida. El peligro ambiental se ha convertido a su vez en una amenaza planetaria.

es un espejismo transitorio. Tarde o temprano la cultura encuentra los límites físicos de su expansión. Es lo que está sucediendo con la cultura actual, sumergida en una de las crisis más graves que haya atravesado cualquier civilización. Se ha logrado la planetización del desarrollo, pero el costo empezamos a sentirlo en la epidermis de la cultura y de la vida. El peligro ambiental se ha convertido a su vez en una amenaza planetaria. El posible recalentamiento del planeta, el debilitamiento de la capa de ozono, la homogeneización de la vida y por tanto la pérdida de la biodiversidad, la erosión del suelo y la disminución y contaminación de las fuentes de agua, el desbalance climático a nivel mundial, amenazan no sólo la formación cultural, sino la totalidad de la vida.

EL SISTEMA CULTURAL

Figura 11.



QUINTA PARTE: LAS ARTICULACIONES DE LA CULTURA

De la misma manera como se analizaron los componentes del ecosistema, para entender su estructura y su funcionamiento, es necesario estudiar las instancias del sistema cultural. La cultura también es un sistema complejo, que es necesario estudiar en la articulación de sus elementos. Estos componentes han sido formalizados y analizados de distintas maneras por las ciencias sociales. En este ensayo vamos a organizar el análisis sobre las características de la plataforma instrumental estudiadas antes.

La cultura ante todo, se cimenta sobre una población. Cada cultura cuenta con una base poblacional diferente. Ante todo, es necesario entender la manera como la población humana se libera de las leyes ecosistémicas, para poder responder a la inquietante pregunta encerrada en el crecimiento de la población moderna. El exceso poblacional es ya de por sí un problema ambiental.

Sin embargo, la población no puede tomarse en forma aislada. Un análisis ambiental de la población tiene que tener en cuenta el desarrollo tecnológico alcanzado. El impacto ambiental no depende solamente del número de habitantes, sino también de la tecnología utilizada. A esta instancia le hemos dado el nombre de paradigma tecnológico, para significar que son modelos cambiantes que dependen de las condiciones de cada cultura, pero al mismo tiempo determinan parcialmente los mismos sistemas culturales.

Pero ni la población ni el paradigma tecnológico explican la totalidad de la problemática ambiental. La tecnología es un brazo articulado del sistema social. Es indispensable, por tanto, estudiar la manera como los hombres entran en relación.

Por último, toda cultura organiza una secreta red de símbolos que son, en última instancia, los que desencadenan los comportamientos individuales y sociales. Esta red está compuesta por los mitos, la filosofía, la ética, el derecho y las creaciones artísticas y literarias. Sin entender este mundo simbólico es muy difícil comprender la manera como el hombre actúa sobre la naturaleza.

Vamos a estudiar, por lo tanto, cada uno de estos niveles por separado, entendiendo, sin embargo, que forman una unidad cultural, difícilmente separable en cajones estancos. Estas instancias o niveles de la estructura cultural se influyen mutuamente de manera compleja. La perspectiva ambiental está llamada a superar el simplismo de las relaciones lineales defendidas por el idealismo o el materialismo. Tales simplificaciones difícilmente dan cuenta de las articulaciones de un sistema complejo.

5.1. LA POBLACIÓN

La población es, sin duda, el primer hecho de la cultura. El avance histórico sobre el manejo del medio natural se refleja en el hecho de una población creciente. Esto lo podemos observar recordando algunos datos. Durante el largo período del hombre cazador, la población se mantuvo relativamente estacionaria. El control poblacional tenía que ser drástico, dentro de una economía de caza y recolección. El infanticidio era la estrategia más utilizada, con el objeto de no rebasar una densidad aproximada de 1.5 habitantes por milla cuadrada.

La revolución tecnológica del neolítico trajo consigo la posibilidad de aumentar enormemente la densidad poblacional. Los restos encontrados en el breve neolítico superan con mucho los escasos restos de prolongado paleolítico. En América, el cultivo del maíz, la yuca y la papa principalmente, posibilitaron la expansión y densificación de la población en casi todos los rincones del Continente. A la llegada de los europeos, América contaba aproximadamente con una población de 90 millones de habitantes. Una vez alcanzado el límite del desarrollo neolítico, la población permanece relativamente estable durante el último milenio, hasta la revolución industrial. Vamos a concentrarnos en la preocupación ambiental durante este último período.

5.1.1. Las preocupaciones

El vertiginoso crecimiento de la población impulsado por el desarrollo moderno ha sido uno de los principales factores que han inducido a la reflexión ambiental. El malthusianismo está en el origen de las preocupaciones ambientales. La pregunta que se hacía el economista inglés Malthus a finales del siglo XVIII era si los recursos necesarios para la subsistencia humana podían crecer al mismo ritmo que la población. Él era francamente pesimista al respecto, sobretodo después de que el primer censo inglés de 1803 puso en evidencia el vertiginoso crecimiento poblacional.

El malthusianismo reaparece en los momentos cruciales de explosión demográfica. Uno de estos momentos coincidió con la toma de conciencia de la crisis ambiental moderna y por ello no es de extrañar que la preocupación por el crecimiento poblacional haya acompañado el nacimiento de la reflexión ambiental. En 1968, Ehrlich publicó uno de los libros que sirvieron de base a la

reflexión ambiental de los años sesenta y cuyo título ya era de por sí explosivo: “La bomba poblacional”.

El primer informe del Club de Roma, titulado “Los Límites del Crecimiento”, elaborado por el Instituto Tecnológico de Massachusset (MIT) incluye el factor poblacional. Según el Informe, “la presión demográfica en el mundo ha alcanzado un nivel tan elevado y una distribución tan desigual, que tan sólo este problema debe obligar a la Humanidad a buscar el estado de equilibrio del planeta.

Los trabajos posteriores, como el Informe al Presidente Carter o el Informe Brundtland de la Comisión de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, titulado “Nuestro Futuro Común”, han seguido incorporando la variable poblacional, como uno de los factores decisivos de una supuesta catástrofe ambiental.

Según el Informe de la Comisión Brundtland, “Nuestro Futuro Común”, “en muchas partes del mundo, la población está creciendo a tasas que no pueden ser mantenidas por la disponibilidad de los recursos del ambiente, a tasas que están saltando por encima de cualquier expectativa razonable que permita proveer de casa, salud, seguridad y energía.” (Brundtland, 1987).

El tema demográfico no está por tanto ausente de la formación de la conciencia ambiental. Ello no significa, sin embargo, que se haya planteado siempre desde un acertado modelo ambiental de interpretación.

5.1.2. El Problema

El desarrollo moderno trajo consigo un rápido crecimiento de la población europea desde finales del siglo XVIII. Con los procesos de colonización y de expansión del desarrollo, el crecimiento poblacional se extiende durante el presente siglo, a todo el planeta. Este crecimiento sin embargo, se ve acelerado de manera vertiginosa desde la segunda guerra mundial. En la primera mitad del siglo XX, la población mundial creció a una rata promedio de 0.8 %. Desde 1950 está creciendo en promedios cercanos al 2.0 %

Sin embargo, a diferencia de las épocas anteriores, el crecimiento poblacional de la segunda mitad del presente siglo es un fenómeno casi exclusivamente de

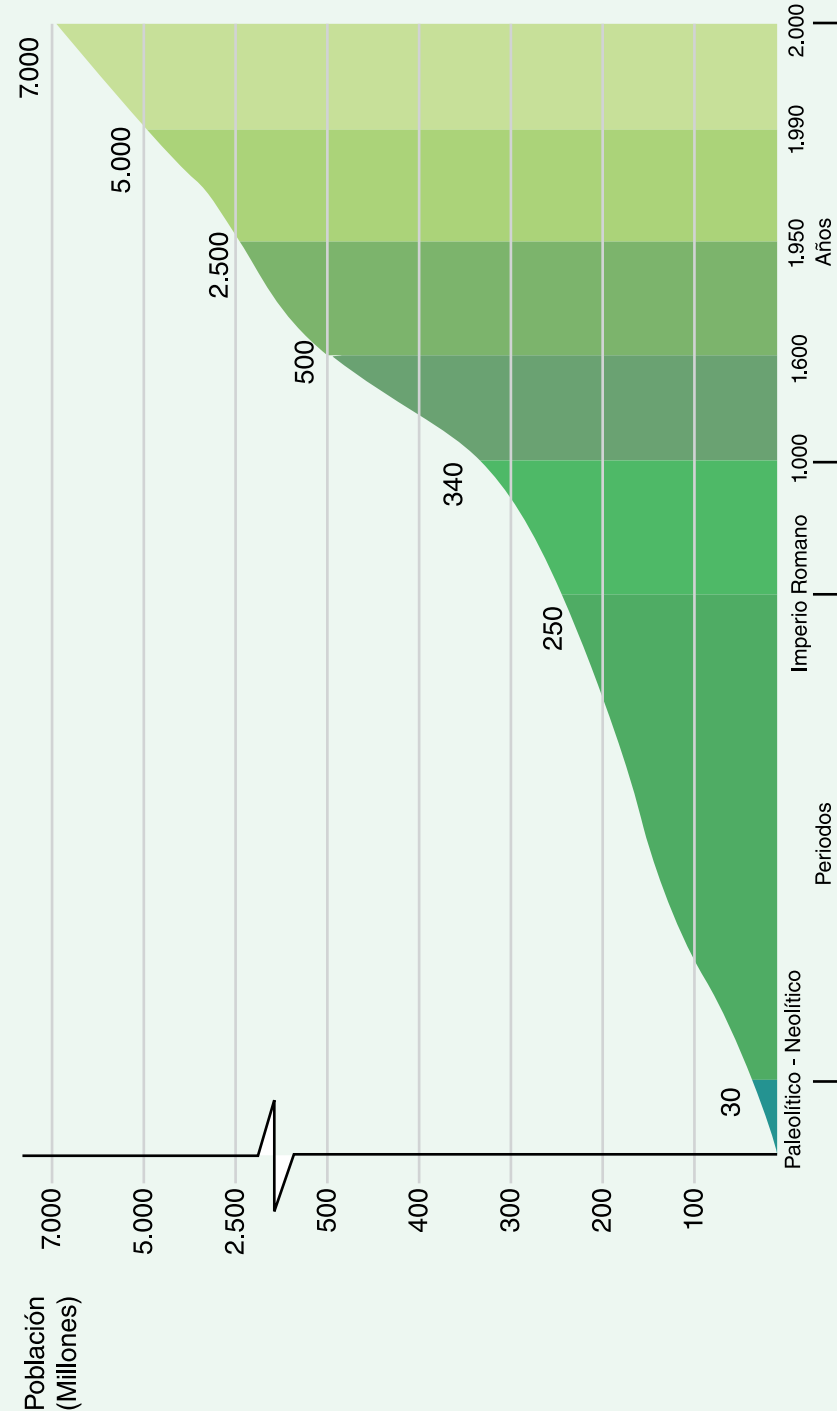
los países pobres en donde ha nacido el 85 % de la población excedente desde 1950. En esta forma, el 80 % de la población mundial a final de este siglo estará situada en los países subdesarrollados.

Igualmente en la escena del crecimiento urbano, los países pobres son de nuevo los protagonistas. Desde 1980 hasta el año dos mil, la población urbana de estos países se aumentará en más de mil millones de habitantes. Se estima que en el año dos mil los países pobres tendrán más de 280 ciudades por encima de un millón de habitantes, contra 155 en los países desarrollados y más de sesenta ciudades con más de cuatro millones de habitantes, contra 25 en los países industrializados.

Los hechos, por lo tanto, son contundentes. La población humana ha venido creciendo en este siglo a un ritmo vertiginoso. Este hecho, considerado desde la perspectiva ambiental significa una presión igualmente creciente sobre los recursos de la tierra. Malthus y los malthusianos, por lo tanto, tienen razón al preocuparse por el crecimiento desmedido, tanto del número de habitantes, como de su densificación en los grandes centros urbanos. Pero en la época moderna tiene un signo todavía más preocupante y es que la población está creciendo en los países con menos potencial de desarrollo.

POBLACIÓN/ EL PROBLEMA

Figura 12.



5.1.3. Las Explicaciones

Aunque los hechos sean contundentes, las explicaciones ambientales no lo son. Vimos antes cómo la población de cada una de las especies está regulada dentro del ecosistema tanto por la energía que proviene de las escalas inferiores de la escala trófica, como por la predación. Ninguna especie puede exceder la acumulación energética almacenada en los niveles inferiores y su crecimiento excesivo es controlado por la predación de los niveles superiores. Como lo expresa Odum, la regulación de la población es una función del ecosistema.

La especie humana, al escaparse a las leyes que regulan los nichos ecológicos, se escapa a las regulaciones que un ecosistema particular ejerce sobre la población. A través del manejo científico y tecnológico puede aumentar para sí la producción neta de un ecosistema o concentrar los recursos de los más variados biomas.

Ello le permite aglomerarse en las grandes ciudades. El límite de la población coincide con el límite de su desarrollo tecnológico y con las exigencias sociales de la producción material. No es posible, como lo propone Odum, aplicarle en forma mecánica la ley de Allee, según la cual, tanto el exceso como la falta de agregación podrían ser limitativos.

Sin embargo los límites de la población humana no se pueden medir solamente dentro del sistema productivo. Tiene también limitantes externos que provienen de lo que ha dado en llamarse “la oferta natural” o la capacidad de carga del medio físico-biótico. El concepto de capacidad de carga es, sin embargo, muy limitado. No hace alusión a los nuevos equilibrios dinámicos que se establecen entre los sistemas tecnológicos y los ecosistemas.

La densidad poblacional de la especie humana tiene, por lo tanto, límites externos. De hecho se están alcanzando en la actualidad, a pesar de las promesas futuristas del optimismo tecnológico. Desafortunadamente estas relaciones complejas entre ecosistema, tecnología y relaciones sociales han sido muy poco manejadas por los demógrafos o por los científicos sociales.

Los cálculos de la población humana no deberían realizarse contando exclusivamente a los individuos de ésta especie, sino su desarrollo tecnológico y su capacidad para someter o domesticar las otras especies. El hombre transforma el equilibrio de las especies, privilegiando los animales y plantas que ha logrado domesticar.

La población total del hombre debería estar acompañada con el cálculo de sus animales domésticos. Si la densidad del hombre en la actualidad es aproximadamente de un habitante por cuatro hectáreas, con los animales domésticos esta densidad aumenta a un organismo por 0.7 hectáreas. Si la población humana se duplica, difícilmente se podrá seguir alimentando de carne vacuna.

La población total del hombre debería estar acompañada con el cálculo de sus animales domésticos.

El cálculo de los niveles óptimos de población depende en gran parte del conocimiento que se adquiera sobre los límites de equilibrio de los ecosistemas y de su capacidad para recibir subsidios tecnológicos. Es muy poco lo que se ha avanzado en la construcción de modelos para medir estos límites, pero de ellos depende en gran parte la solución a los problemas ambientales. Al mismo tiempo, los límites tecnológicos dependen de las formas como el hombre se organiza socialmente en la producción.

Desde el punto de vista ambiental la población no puede considerarse con base en un cálculo exclusivamente cuantitativo. Un habitante de Estados Unidos consume siete veces la energía de un latinoamericano y varias veces más que la de un habitante de India o de África. Podría decirse que desde el punto de vista ambiental es igual si nace un norteamericano o siete latinoamericanos.

5.2. EL PARADIGMA TECNOLÓGICO

El problema poblacional no puede analizarse desde la perspectiva ambiental, sin considerar al mismo tiempo el paradigma tecnológico dentro del cual dicha población produce y se reproduce. La tecnología es, por lo tanto, el segundo aspecto básico que es necesario estudiar dentro de análisis ambiental de la cultura. Intentaremos explicar ante todo lo que entendemos por paradigma tecnológico, para ubicar luego la tecnología dentro del proceso histórico y al interior de la estructura cultural.

5.2.1. El Significado

Llamamos paradigma tecnológico el conjunto de conocimientos y técnicas que permiten un determinado dominio del medio natural y de producción de bienes y servicios. El concepto de paradigma significa que cada cultura está construida sobre una plataforma tecnológica diferente.

Cuando hablamos de paradigma, nos referimos a las características tecnológicas propias de cada cultura. Cuando hablamos de plataforma nos referimos a la inevitable base tecnológica que fundamenta todo desarrollo cultural. El paradigma tecnológico no es solamente un manojo de instrumentos físicos. Implica igualmente por lo menos, la creatividad científica y la capacidad de manejo del mundo instrumental.

La plataforma tecnológica así concebida es, de hecho, una segunda naturaleza. Es lo que permite al hombre transformar físicamente el mundo natural y, por lo tanto, no sólo subsistir, sino progresar como especie. De hecho la especie humana es la única que ha podido progresar aumentando o complejizando su plataforma tecnológica. El hombre ante todo, es un animal tecnológico y es esa, posiblemente su diferencia más visible y significativa que lo distancia de las demás especies.

Entender lo que significa la tecnología es indispensable para lograr una adecuada explicación del problema ambiental. Puede decirse que la adaptación tecnológica es la raíz de dicho problema. El término problema no tiene aquí un significado negativo. Es algo que el hombre tiene que resolver. Por otra parte, el crecimiento poblacional y su densificación, como vimos antes, depende del paradigma tecnológico adoptado o desarrollado por cada sistema cultural.

5.2.2. Prometeo encadenado: La percepción cultural de la tecnología

Los mitos primitivos resaltan el hecho tecnológico, pero, a decir verdad, lo matizan con un cierto sentimiento de culpa. Ello se ve con claridad en el mito de Prometeo o de Tántalo, castigados por Zeus por haber entregado a los hombres los secretos tecnológicos de los dioses.

Los griegos fueron los primeros en desacralizar el que-hacer técnico. Todavía en Homero el término TEXNE se aplica por igual al conocimiento de los artesanos y a la magia de Efestos o de Proteo, como también a las prácticas esotéricas de los adivinos, aedas y curanderos. En la época clásica ya se había logrado la plena secularización del concepto. La técnica es un que-hacer humano, sin influjo

del azar, del Moira divino o de los daimones. Se debe exclusivamente al saber práctico.

La cultura europea recogerá desde el siglo XII la herencia del racionalismo griego e insertará la práctica tecnológica en la conciencia moderna. Hubo que recorrer de nuevo el camino de desacralización del mundo que habían intentado los griegos. El optimismo racionalista del manejo técnico no ha logrado vencer la carga mítica ancestral y esta dicotomía está en la base de algunas de las esquizofrenias de la cultura actual. Se puede seguir el camino de esta ruptura desde el brujo primitivo, pasando por el mundo esotérico de la alquimia, que Humberto Ecco ha recordado en su novela “El Péndulo de Foucault”, hasta el mundo contemporáneo poblado todavía de figuras arcaicas, de monstruos desacralizados pero no menos reales, que surgen de los ambientes primitivos para luchar contra el progreso técnico.

5.2.3. La técnica como instrumento adaptativo

La técnica no es un don de Prometeo, sino el resultado del proceso evolutivo. La adquisición de la cultura significa ante todo, la conquista de la instrumentalidad técnica. Esta es la base de cualquier adaptación cultural. El hombre, como especie, se adapta a través de herramientas.

La técnica no es un don de Prometeo, sino el resultado del proceso evolutivo.

Algunos de los autores provenientes de la biología no estiman que los cambios evolutivos hayan sido suficientemente significativos para aceptar una estructura diferente de adaptación. Se basan, por supuesto, en la similitud de la organización biológica del hombre con la de los otros cordados y sobre todo con los mamíferos, sus compañeros de clase.

Los chimpancés utilizan mejor que ninguna especie anterior, instrumentos de adaptación. Los macacos han desarrollado una sorprendente organización social. Casi todos los primates y otras muchas especies utilizan signos precisos de comunicación, que les permiten manejarse socialmente en diferentes circunstancias de la vida cotidiana. Todo ello es cierto, pero no toca lo esencial.

Algunos estudiosos han intentado diferenciar la instrumentalidad humana de la animal por el hecho de que ésta utiliza esporádicamente un instrumento, mientras el hombre los fabrica (K.P. Oakley, 1961 - G. Glilde, 1951, Loyrebee, etc.). La diferencia va más allá. La instrumentalidad, como soporte de la subsistencia y desarrollo de la especie humana, es una estructura tecnológica en continuo crecimiento que ha reemplazado las antiguas formas de adaptación al ambiente.

Como dice Moscovici, “el alcance de lo logrado reside, en esta ocasión, menos en la separación biológica alcanzada en el interior de un proceso existente, que en la desviación de éste; está menos en el contenido específico de las propiedades orgánicas, que en el principio en que se basa la génesis. La rama del género humano hace surgir entonces, simultáneamente, una clase biológica y un movimiento singular en la naturaleza” (Moscovici, 1975, pag. 90).

Lo característico de la instrumentalidad humana no es la utilización esporádica de un objeto como instrumento que prolongue los órganos para una actividad concreta. La instrumentalidad humana es una plataforma creciente de adaptación al medio. Ninguna de las especies anteriores ha evolucionado con base en el perfeccionamiento técnico de los instrumentos.

En esta nueva estructura funcional de adaptación cada uno de los elementos están articulados para asegurar las nuevas estrategias adaptativas. La fabricación y utilización permanente y evolutiva de los instrumentos como nueva forma adaptativa no hubiese sido posible sin el desarrollo del neocéfalo, la conformación de la mano, la organización de la vista estereoscópica y la conformación de una compleja organización social.

5.2.4. La técnica en la historia

El desarrollo técnico se ha dado, al igual que el proceso evolutivo, más por saltos, que por evolución constante y regular. Los primeros instrumentos encontrados en el desfiladero de Olduvai en África, datan de hace unos dos millones de años y son simples lascas no modificadas que se utilizaban para cortar, o piedras mas grandes para golpear. Suponía ya un uso premeditado, porque el material de Cuarzo tuvo que ser transportado de lejos.

Es muy escaso el desarrollo técnico durante el largo período de adaptación

biológica. Un poco menos de dos millones de años subsistió y evolucionó la especie con instrumentos primitivos. Sin embargo, la conquista de las Tierras templadas exigió un nuevo esfuerzo técnico. Ciertamente el hombre de Pekín había logrado el manejo artificial del fuego y sin este “instrumento” no se hubiese podido adaptar a los rigores del nuevo clima.

La revolución neolítica significó el cambio tecnológico más importante de la historia. Casi todos los animales domésticos que conocemos y la mayor parte de las especies vegetales fueron sometidas durante esa época al dominio del hombre. Aparece la alfarería que es la primera transformación química inducida por la técnica, lo mismo que la industria textil. El hombre aprovechó la fuerza de los animales y la del viento, inventó el arado, el carro de ruedas y el bote de vela. Logró el aprovechamiento de nuevos materiales como el cobre, los cristales, el barro para la construcción de ladrillos.

Los avances técnicos ocurridos desde el neolítico hasta la Revolución industrial moderna, son relativamente escasos. La agricultura impulsada por tracción animal y las fuentes energéticas fueron prácticamente las mismas hasta el siglo XVIII. En 1780, el hombre dependía todavía en un aproximadamente un 90% de la energía de los animales de tracción y de su propio brazo.

Conocemos los grandes adelantos técnicos del desarrollo moderno: el torno de hilar (1764), el telar hidráulico (1769), la tejedora de Crompton (1779), herramientas que reemplazaron la fuerza humana en la industria textil. Por la misma época, el desarrollo científico, aplicado exclusivamente desde el tiempo de la Royal Society al incremento de la técnica, lograba, tras innumerables esfuerzos, la condensación del vapor.

Desde Galileo y Newton la ciencia va tomando la delantera sobre la aplicación técnica y empieza a resolver en modelos teóricos los problemas inmediatos de la práctica. Esta aplicación de la ciencia al desarrollo tecnológico es más clara aún en el presente siglo. Los modelos teóricos preceden la aplicación inmediata e incluso las observaciones empíricas. Yukawa predice la existencia del mesón antes de ser observado. Igualmente los neutrinos fueron previstos por Pauli mucho antes de ser detectados experimentalmente.

Es imposible enumerar en breve espacio la inmensa acumulación tecnológica del presente siglo. En el microscopio electrónico el hombre ha aumentado mil veces sus posibilidades de observación del mundo infinitamente pequeño. El dominio de ondas electromagnéticas ha posibilitado adentrarse en el espacio a distancias de miles de millones de años luz. Los tubos de rayos catódicos

permiten reproducir la imagen y seguirla en su movimiento. La necesidad de calcular la trayectoria del proyectil hizo posible el descubrimiento de los computadores electrónicos. Con la fusión de los elementos más simples se han podido condensar productos que no se encuentran en la naturaleza, como los polímeros y los plásticos.

En otros campos, el control de la herencia ha permitido mejorar las especies vegetales, al menos para aplicarla al uso humano y la agroquímica ha permitido aumentar considerablemente la producción de alimentos. Con el motor de combustión interna se pudo alcanzar una mayor capacidad de desplazamiento personal, en contraste con las rutas fijas del ferrocarril y la aviación superó las barreras de los accidentes geográficos y nos hizo comprender mejor la unidad del planeta. El servomecanismo no solo reemplaza la fuerza del brazo o prolonga los sentidos, sino que toma el lugar del hombre mismo en muchas funciones.

5.2.5. Técnica y medio ambiente

El problema ambiental es el precio que el hombre tiene que pagar por su desarrollo tecnológico. La técnica es una exigencia biológica del hombre. Ella le sirve para adaptarse y transformar el medio ambiente, pero esta transformación tiene sus costos. A lo largo de toda la historia de las especies antropoides, desde el momento en que en el valle de Orduval nuestro lejano antepasado pulió unas piedras para defenderse o para prepararse su alimento, el avance del hombre ha significado la transformación del sistema natural. Una transformación que no siempre o casi nunca ha resultado favorable al desarrollo de los sistemas vivos.

El problema ambiental es el precio que el hombre tiene que pagar por su desarrollo tecnológico.

El problema ambiental no es una característica del hombre moderno. Es probable que el cazador primitivo haya incidido en la extinción de la fauna característica de la última glaciación. Junto a los restos de las culturas humanas se han encontrado grandes depósitos fósiles de animales sacrificados. ¿Qué significan los restos de cerca de cien mil caballos encontrados al rededor de las culturas de Solutré o innumerables restos de Mamuts que acompañan las culturas de Premont? El cazador primitivo tenía dos herramientas de un inmenso poder: el fuego y el veneno.

Como vimos, el neolítico significó la verdadera revolución tecnológica del hombre. El impacto de esta revolución recae principalmente sobre la estructura de las cadenas tróficas. La invención de la agricultura y la domesticación de los animales es la transformación más drástica de las leyes generales del ecosistema realizada por el hombre.

El impacto de la tecnología moderna ha sido suficientemente analizado desde Estocolmo a Río. El cambio climático, el debilitamiento de la capa de ozono, la lluvia ácida, la pérdida progresiva e irreparable de biodiversidad, la erosión creciente de los suelos, la contaminación de las aguas y el aceleramiento de la escorrentía, todos ellos son problemas que ocupan ya la conciencia pública. El inmenso desarrollo tecnológico ha traído secuelas ambientales que preocupan al hombre moderno.

5.2.6. Explicaciones y soluciones

Frente al problema ambiental originado por el desarrollo tecnológico se han planteado dos tipos de posiciones. Por una parte, el pesimismo proveniente del campo de la ecología o de un humanismo antitécnico y por otra el optimismo que cree en la posibilidad de superar cualquier crisis con recetas técnicas.

El pesimismo más radical quisiera prescindir de la tecnología, para poderse acoplar de nuevo a las condiciones ecológicas, como lo hace cualquier especie. El más benigno se contenta con recomendar tecnología primitivas que causan menos daño al ambiente. En la otra orilla el optimismo tecnológico exige el desarrollo a cualquier precio o espera que la técnica encuentre por sí misma la solución.

La solución, por supuesto, no radica en prescindir de la técnica, sino en orientarla. El hombre no puede regresar en la evolución y ha sido expulsado definitivamente del paraíso ecosistémico. El hombre es biológicamente un animal tecnológico.

Por otra parte, los problemas son demasiado graves para solucionarlos con herramientas primitivas. Además la tecnología moderna es la que ha permitido el crecimiento poblacional y no se puede alimentar la población actual con herramientas de la época protoagraria.

Ello, sin embargo, no significa que el hombre encontrará automáticamente las

salidas de los problemas técnicos que plantea la crisis ambiental. El optimismo tecnológico tiene el inconveniente de ser históricamente falso. El hombre no ha encontrado siempre la salida técnica. Los babilonios no pudieron corregir los efectos de la salinización, ni el Imperio Romano pudo evitar la erosión de los suelos. Los mayas tampoco encontraron salidas técnicas al manejo del agua en la selva del Petén.

Los problemas técnicos que enfrenta el desarrollo moderno son de una enorme complejidad y las soluciones no están escritas en ninguna cartilla. No tenemos soluciones tecnológicas para reciclar el nitrógeno o el carbono en las cantidades quemadas por los automotores. El manejo de la energía fósil ya es de por sí un reto y no sabemos si como decía Adams: “Somos hijos del carbón y pereceremos con él”.

Enfrente como solución está sin duda la energía nuclear y dígase lo que se diga en las antecámaras de la política, no tenemos todavía la tecnología necesaria para hacer de la energía nuclear un instrumento inofensivo.

Lo mismo podría decirse de cualquiera de los problemas ambientales contemporáneos. ¿Cuál es la receta técnica para evitar la pérdida de la biodiversidad? Sin duda existe tecnología para descontaminar las aguas, pero los costos pueden superar la buena voluntad de cualquier gobierno. Con esta reflexión, entramos en el capítulo siguiente. La tecnología no es omnipotente, porque entre otras cosas, aunque ella tuviese las soluciones, estas dependen de una voluntad económica y política.

5.3. SOCIEDAD

El tercer tema que es necesario estudiar es el relacionado con la organización social. Puede parecer a primera vista un tema menos importante para el estudio ambiental. La relación entre problemática ambiental y organización social ha sido menos estudiada y, sin embargo, tiene una importancia decisiva. Se puede decir quizás que es esta relación la que define el comportamiento frente al medio. Si la técnica es el brazo armado del hombre, son los intereses sociales los que lo arman.

5.3.1. Definición y método

Entendemos por organización social, en una primera aproximación, la manera como los miembros de la especie humana se unen alrededor de objetivos relacionados con la reproducción, la producción material y el poder social. De allí surgen las tres formas básicas de la organización social: La familia, las relaciones sociales de producción y la política. La reproducción, sin embargo, puede referirse tanto a la perpetuación de la especie, como también a la transmisión de la cultura. Las instituciones diseñadas para reproducir el sistema cultural también forman parte de la organización social. Tal es el caso del sistema educativo.

Cada una de estas formas organizativas es distinta en las diferentes culturas. Las culturas más sencillas conocen solo una división familiar del trabajo productivo. En las culturas modernas, en cambio, se ha complejizado enormemente la división del trabajo. Ello ha sucedido igualmente con relación a los sistemas educativos.

Las organizaciones políticas, o sea, las que se aglutinan alrededor del ejercicio del poder social, también han ido evolucionando a lo largo de la historia. De la organización familiar sometida directamente al jefe, hombre o mujer, se pasó al cacicazgo, que reúne bajo su dominio varias tribus o al Estado propiamente dicho.

Nos enfrentamos, por tanto, en el caso de la especie humana, a una complejización cada vez mayor de las organizaciones sociales, de la misma manera que observábamos una mayor complejidad de la plataforma técnica. Es este carácter evolutivo de la cultura lo que diferencia fundamentalmente al hombre de las otras especies.

5.3.2. Sociedad y evolución

La organización social, sin embargo, no es una prerrogativa del hombre. Si se define dicha organización como la distribución de las funciones al interior de una especie, se encuentra en algunas especies anteriores.

Los mamíferos, los insectos y las aves han llegado a formas organizativas muy complejas. Las razones evolutivas que han llevado a los animales a formar “sociedades” han sido analizadas extensamente por los etólogos. Influyen muchos factores como la defensa del territorio, la estrategia defensiva contra los predadores o las exigencias de la caza.

El asombro que producen estos descubrimientos lo resume Katz en estos términos: “El extenso paralelismo que existe entre grupos sociales de animales superiores y de seres humanos ha llevado a la conclusión de que muchos de los fenómenos sociológicos que hasta ahora habían sido considerados como típicos de las comunidades humanas se deberían considerar característicos de todos los animales que viven en sociedad, incluyendo al hombre”.

5.3.3. Analogías y diferencias

Es difícil, sin embargo, aceptar sin reticencias esta conclusión. Las analogías no pueden tomarse en forma aislada y este es el criterio básico que seguimos en este ensayo. El animal humano no está hecho por adición simple de partes. No es un animal al que se le añade la inteligencia individual o sus características sociales. El estudio del comportamiento social no se puede reducir, como lo hace Tiger y Fox “a un subcampo de la zoología comparativa del comportamiento animal”. Lorenz, por su parte, deplora que el hombre “no tenga mentalidad de carnívoro”, dado que “buena parte de los peligros que lo amenazan provienen del hecho de que es un omnívoro relativamente inofensivo”.

En realidad el hombre no es un mono desnudo, como lo pretende Morris, sino cubierto y armado con el vestido y los instrumentos de la cultura. La respuesta de Callan es clara y la queremos adoptar en nuestra propuesta. “La opinión que yo propongo no acepta estas “propensiones naturales del hombre”, debido a los claros indicios de que la programación genética del mismo lo hace inseparable de “una” cultura y de “una” tecnología”.

*El hombre no es un mono desnudo, sino cubierto
y armado con el vestido y los instrumentos de la
cultura.*

Para una definición ambiental del hecho social habría que partir de presupuesto de la autonomía de la cultura, ampliamente aceptado por muchos de los científicos modernos. Tal como lo plantea Harris, en las especies animales anteriores al hombre, las innovaciones del comportamiento recaen en el fondo genético y siguen dependiendo de él para su perpetuación. En la cultura humana, en

cambio “la misma selección natural ha reducido enormemente el significado del fondo genético para la preservación y la propagación de las innovaciones de la conducta”.

En la cultura los cambios puedan ser realizados dentro de una sola generación, sin necesidad de esperar la transformación del fondo genético. La transmisión de estos cambios culturales se puede lograr sin necesidad de traspaso genético. Un pueblo puede copiar o adaptar rasgos culturales, sin necesidad de intercambio sexual. De allí resulta la capacidad de la cultura para transformar sus instituciones

5.3.4. El influjo del medio

Sin embargo, contra el sobrenaturalismo filosófico de las ciencias sociales, es necesario afirmar que la cultura está enraizada en la naturaleza. No se construye cultura en un parto virgen. El hombre hace cultura transformando el medio ecosistémicos. La naturaleza hace parte de la cultura y la cultura de la naturaleza.

Es indispensable, por tanto, entender la sociedad humana como forma adaptativa. Ello exige reinterpretar la cultura, rescatándola del sobrenaturalismo filosófico, pero sin acercarla demasiado al reduccionismo biológico.

El primer aspecto que importa resaltar es el relacionado con la determinación del medio natural sobre las organizaciones sociales. Esta determinación fue abiertamente defendida por los médicos griegos y posteriormente por Montesquieu y retomada por geógrafos, sociólogos y algunos historiadores positivistas como Buckle y Taine.

El medio ambiente natural es la premisa fundamental de las formaciones sociales. Sin embargo, este influjo no se ejerce de una manera directa, como lo pretenden las corrientes del determinismo geográfico, sino a través del trabajo. Es la producción material la que establece el contacto entre el individuo y su medio y el trabajo supone algún tipo de organización social.

El individuo no es el fruto espontáneo del medio natural, ni las instituciones son el producto del esfuerzo individual. El individuo aprende en el seno de lo social las prácticas indispensables para subsistir y las desarrolla como parte integrante de un sistema. La sociedad, por tanto, está ya constituida como estructura y como represa de la acumulación cultural, cuando el individuo inicia sus relaciones con el medio.

5.3.5. La sociedad como transformadora del medio

El segundo aspecto que es indispensable estudiar desde una perspectiva ambiental es la manera como las relaciones sociales influyen en la transformación del medio. Las formas de organización social tienen en ocasiones una importancia ambiental igual o superior a la que poseen las herramientas técnicas.

Como vimos antes, el sistema esclavista permitió la realización de las grandes obras de infraestructura propias de los Imperios Agrarios. La desecación de los pantanos, la construcción de las grandes obras hidráulicas y el cultivo de vastas extensiones sólo fue posible con base en la utilización de la energía humana, canalizada a través del sistema esclavista.

Si miramos los impactos ambientales del desarrollo moderno podemos ver también las relaciones entre el deterioro del medio y las formas de organización productiva o política. El desarrollo moderno no puede comprenderse sin la conquista colonial del mundo y sin la acumulación de recursos en los países situados al norte del Trópico de Cáncer.

La gesta colonizadora de Europa tuvo un significado ambiental que apenas empieza a estudiarse. Significó ante todo, la aniquilación de las culturas nativas, que habían logrado estrategias adaptativas a las distintas condiciones de vida y al mismo tiempo la vinculación de estas poblaciones a un trabajo productivo en donde predominaba la extracción de recursos minerales o la producción de recursos agrarios para la exportación.

¿Cómo explicar sin estos cambios en las relaciones productivas los impactos ambientales de la historia moderna? Baste mencionar algunos ejemplos. La minería impulsó la deforestación de vastas regiones y concentró población en suelos generalmente poco fértiles. El azúcar, que fue uno de los productos fundamentales de las colonias, significó la destrucción de las selvas tropicales en el Este brasileño o en las Islas del Caribe y, por lo general, dejó suelos mal tratados.

Uno de los problemas ambientales más significativos del mundo moderno proviene de las diferencias en el consumo de alimentos entre el Norte y el Sur. La sobriedad proteínica de los países industrializados contrasta con el hambre africana. Casi todos los Informes internacionales sobre Medio Ambiente han advertido sobre esta brecha. Ella, sin embargo, no es producto del desarrollo tecnológico, sino de la estructura misma de la producción agraria.

Mientras los países del Tercer Mundo han venido siendo desplazados de la producción de granos, el treinta por ciento de la producción de cereales se dedica a la alimentación de los animales a nivel mundial y en Estados Unidos está proporción sube por encima del 60 por ciento. En los países del Tercer Mundo, la ampliación de la frontera agrícola ha sido sobretodo la consecuencia de la expulsión de mano de obra producida por el desarrollo de la agricultura industrial. Ambos fenómenos están, por tanto, íntimamente vinculados. La revolución verde ha traído como consecuencia la concentración de la propiedad agraria y el desplazamiento de la mano de obra campesina.

Algo similar se puede afirmar acerca de los procesos de urbanización. En el Tercer Mundo el flujo poblacional que llega a las ciudades no logra ser absorbido por la producción industrial y pasa a acrecentar la masa de desempleados o las actividades improductivas del comercio informal.

Todo ello se puede mapificar en el espacio urbano por el crecimiento de los suburbios tuguriales. Hay muy pocas probabilidades de que este problema se pueda resolver dentro de los esquemas productivos del actual estilo de desarrollo.

El problema ambiental urbano no se refleja solamente en la contaminación de los ríos, sino que tiene que ver con la malla social en la que se construye el que-hacer de la ciudad. Los problemas ambientales no pueden ser entendidos mientras no se analice igualmente la manera como se ha venido tejiendo la red de las relaciones económicas y sociales al interior del perímetro urbano y en íntima relación con el entorno rural agrario y con el medio ecosistémico.

5.4. LOS SÍMBOLOS

El lenguaje y los símbolos son el soporte básico de la producción y de la reproducción cultural. A través de ellos, cada generación recibe las orientaciones básicas sobre las pautas de comportamiento. La actitud que asuma frente al medio, dependerá en gran parte de los moldes culturales recibidos. La ciencia, la filosofía, el derecho, el mito o la poesía son también construcciones culturales. Su estudio es igualmente importante para comprender la manera como cada cultura se apropia del medio y lo transforma. A través de ellos cada sistema cultural establece y trasmite las posibilidades o los tabúes que abren o cierran la puerta a la acción y a la creatividad.

La capacidad para crear símbolos es posiblemente la característica más

aceptada como prerrogativa de la especie humana. Dobzhansky, Monod y el mismo Wilson reconocen el mundo simbólico como una forma evolutiva que difícilmente entra en los esquemas del desarrollo genético. Como vimos, la posibilidad de un lenguaje articulado solamente se consolida con la aparición del Homo Sapiens hace unos cincuenta mil años. Es el último de los caracteres culturales que aparece en el proceso evolutivo.

La palabra es el instrumento fundamental de la cultura. El instrumento físico sólo llega a serlo en su sentido humano en el momento en que puede ser utilizado en distintos momentos de la experiencia. Desde el momento en que un instrumento relaciona diferentes momentos, exige un nombre. La palabra viene a afianzar y a codificar la experiencia técnica del hombre. La palabra surge, por tanto, como una exigencia de la plataforma instrumental.

El símbolo es el mapa abstracto que organiza la experiencia técnica y social. El logos está íntimamente ligado a la techne, tal como lo entendieron los griegos, para quienes “logos” significa al mismo tiempo acción y pensamiento.

5.4.1. Qué es el mundo simbólico

Por mundo simbólico entendemos la compleja estructura del lenguaje que codifica la experiencia social. Recoge las diferentes miradas culturales sobre el mundo. Sirve tanto para afianzar la experiencia social como para criticarla. Es al mismo tiempo tradicional e innovadora. Parece homogénea, pero oculta todas las contradicciones inherentes a cualquier sistema cultural.

Dentro de esta amplia perspectiva, el mundo simbólico recoge las pautas del que-hacer social, organiza el mundo de los significados en un tejido filosófico, articula el lenguaje del conocimiento científico y expresa la sensibilidad poética o el relieve de la experiencia artística, al mismo tiempo que establece los preceptos éticos o jurídicos.

Entendemos por mundo simbólico, por tanto, toda la rica experiencia del hombre, que recoge en el lenguaje escrito, oral o artístico, las múltiples facetas de su experiencia cultural. Es el extenso mapa dibujado por una cultura para orientar los caminos individuales. Sin esta orientación de la geografía simbólica, el individuo no tendría posibilidad de acceso a las condiciones de vida más elementales ni podría recorrer los complejos y muchas veces peligrosos caminos de la experiencia cultural.

5.4.2. Los símbolos como vestido social

El mapa simbólico se teje en niveles diferentes. No es un relieve homogéneo y sin contradicciones. Se asemeja más bien a un extraño paisaje en el que se van resolviendo progresivamente las contradicciones de la experiencia social.

El derecho o la ética social es una de las primeras etapas de las formaciones culturales. La normatividad social ofrece los cimientos para la reflexión filosófica. La filosofía ha surgido en muchas ocasiones para definir el ámbito marcado por la normatividad jurídica. La filosofía viene así a justificar o contradecir las normas aceptadas o rechazadas por la experiencia social.

De una manera similar, las diferentes facetas de la expresión literaria corresponden a momentos culturales distintos. La épica se organiza como expresión de los sentimientos de valor, de competencia y de solidaridad en las culturas feudales en las que predomina la guerra caballeresca. La expresión lírica solo tiene cabida cuando surge la aceptación de la experiencia personal. La literatura, el mito, la filosofía o las diversas expresiones del sentimiento artístico o literario no son vestidos que se pueda escoger arbitrariamente en el depósito de la cultura.

La construcción simbólica es, por tanto un complejo tejido que permiten a cualquier formación cultural organizar el árbol de sus genealogías ideológicas. La ciencia no escapa a este destino. Aparentemente representa una elaboración objetiva, sin compromisos con los fantasmas de la cultura. De hecho, es un tejido más en la red compleja de símbolos. Se piensa con facilidad que se ha llegado al final de las ideologías y que en adelante imperará la austera objetividad científica. Esa esperanza sigue siendo una ilusión. Toda ciencia tiene su compromiso, confesado o no, con la realidad.

5.4.3. Símbolo y Medio Ambiente

La manera como el hombre se ha relacionado a través de la historia con el entorno natural está reflejado, no sólo en las construcciones monumentales o en los instrumentos de trabajo recuperados por el esfuerzo arqueológico, sino igualmente en sus mitos, en sus construcciones científicas o en sus condensaciones filosóficas o literarias.

El hombre no solo ha actuado sobre la naturaleza, sino que la ha pensado y solo ha podido actuar sobre ella, pensándola. En ocasiones se ha defendido de ella, no sólo construyendo diques, sino estableciendo tabúes u organizando filtros ideológicos. Para acceder a ella o transformarla, ha tenido que construir teorías, como ha construido igualmente herramientas. Para comprender las relaciones de las sociedades con el medio, es tan importante analizar los hechos, como estudiar las teorías.

El hombre no solo ha actuado sobre la naturaleza, sino que la ha pensado y solo ha podido actuar sobre ella, pensándola.

El mito contiene una primera aproximación a la naturaleza. Los reflejos más antiguos de la historia del hombre, se encuentran conservados de maneras diferentes en la memoria mítica. Algunos acontecimientos impactaron con especial vehemencia la imaginación y se conservaron en muchas tradiciones. Entre ellos, la conquista del fuego, como instrumento de transformación del medio y el hallazgo de la agricultura.

El paraíso puede ser asimilado fácilmente a las condiciones naturales verdaderas o soñadas, de las cuales se desprende la especie humana a través de la actividad instrumental.

En el momento en que el hombre se asegura un espacio urbano independiente, se replantea el concepto del orden. El mundo natural empieza a ser considerado como un espacio caótico que es necesario organizar a través de las grandes obras. El verdadero orden es la nueva racionalidad urbana. Los dioses imitan de cerca los nuevos gustos urbanos. Marduk, que simboliza el nuevo orden, triunfa sobre Tiamat, creador del mundo caótico primitivo.

La importancia de la cultura griega consiste en haber dado el paso del mito al pensamiento “racional”. Este paso va a tener una honda repercusión en la manera como el hombre enfrenta en el futuro las relaciones con el mundo “natural”. Puede decirse que el hombre todavía, y a pesar de la revolución industrial, es el heredero de la tecnología del neolítico y de los instrumentos simbólicos construidos por los griegos.

Esta forma “racional” de pensar la realidad significó una nueva forma de

mirar la naturaleza y de plantearse la relación con ella. Significó ante todo la desacralización del cosmos y el estudio de los fenómenos naturales, como elementos manejables y, por consiguiente, controlables. El pensamiento racional significa, por tanto una desacralización no solo del mundo, sino igualmente de la tecnología. El manejo tecnológico pasa a ser un fenómeno intramundano, sujeto a control y medida, de la misma manera que lo es la realidad exterior.

Una naturaleza desacralizada y un hombre libre son los dos polos de la nueva relación. La libertad y la razón intramundana se mantendrán hasta hoy como los instrumentos teóricos más importantes de la nueva cultura.

Los griegos abrieron el camino para comprender el mundo y para dominarlo. El concepto de que el hombre es la medida de todas las cosas, como lo expresaba Protágoras, significa que el conjunto del mundo natural no tiene ninguna significación fuera del hombre o que la articulación del cosmos culmina en la acción del hombre.

Con Platón y los estoicos triunfa el pesimismo radical sobre la existencia terrena del hombre, el desprecio del mundo natural y sensible e igualmente una actitud decepcionada sobre la justicia política que se transmitirá a través de la visión neoplatónica de los primeros filósofos cristianos. Los objetos del mundo sensible son, conforme a la expresión de Marco Aurelio, “dignos de desprecio, sórdidos, caducos y perecederos”.

El pesimismo místico de Platón entra en crisis durante el período de los Renacimientos. El hombre empieza a ser concebido de nuevo como un transformador del mundo natural. En él concluyen todas las ramificaciones ocultas o visibles del cosmos. Es la síntesis y al mismo tiempo el arquetipo de la naturaleza.

La definición renacentista del hombre está condensada en la expresión de Nicolás de Cusa: “El hombre es lo infinito contraído a las dimensiones humanas”. No está sometido a la naturaleza, porque no es la naturaleza quien lo plasma. El es su propio y arbitrario artífice, de acuerdo con la definición de Pico de la Mirandola.

Sobre estas bases se construye el pensamiento moderno representado en el racionalismo cartesiano y el empirismo. La nueva visión del mundo desemboca en un antropocentrismo intelectual que Locke define en las primeras líneas de su Ensayo sobre el Entendimiento: “Puesto que el entendimiento es lo que coloca la hombre por encima de todos los otros seres sensibles y le da la ventaja

y el dominio que tiene sobre ellos, resulta un objeto digno de nuestro esfuerzo analizar su noble naturaleza”.

5.4.4. Mundo simbólico y ecosistema

Para entender la manera como el mundo ecosistémico ha influido sobre la formación del mundo simbólico basta remontarse a las cuevas paleolíticas o a cualquier etapa del desarrollo artístico para encontrar la naturaleza inmediata hecha símbolos.

Sin embargo, la interpretación de la naturaleza por el arte o por la literatura sigue los complicados meandros de la formación cultural. Ello significa que la naturaleza no se expresa en el mundo simbólico de una manera inmediata. La apropiación de la naturaleza está mediada por la manera como se tejen las relaciones sociales y los símbolos reflejan directamente los intereses o desintereses de la cultura.

El análisis de la relación entre naturaleza y símbolo no es sencillo. Difícilmente podemos encontrar retratadas en el mundo simbólico las funciones primarias que cumplen las especies en el mundo ecosistémico. Plantas y animales pasan por el prisma de la sociedad. La cobra es venerada en la India por que se dice que en un día insolado cubrió al Buda con su cofia y el Hanuman (Pithecus entellus) porque le ayudó a Rama a conquistar la Isla de Ceilán y de allí robó el fruto del mango, para deleitar las poblaciones indias.

El elevado rango de estima por los halcones en Francia está estrechamente relacionado con la importancia nobiliaria de la cetrería. El gato solamente toma prestigio en Europa desde la aparición de la rata negra en el siglo XIII. En cambio los carroñeros no siempre han recibido el maltrato cultural que los envilece en la cultura moderna. El buitre blanco de Egipto (neophron) era venerado por su labor permanente de limpieza y algo similar sucedía con el cóndor en el Imperio Incaico. El recuerdo de la lucha contra los grandes predadores está asociado al prestigio social.

El segundo nivel de análisis es de gran importancia para el estudio ambiental. Se trata de definir la manera como las formaciones simbólicas influyen en el manejo del medio. Algunos ejemplos saltan a la vista. El derecho romano basado en el “ius utendi et abutendi”, o sea, en el derecho no solo de usar, sino

de abusar del medio natural, ha sido, sin duda, uno de los principales factores de deterioro ambiental del mundo moderno. Introducir los límites ambientales al derecho de propiedad es, sin duda, una de las revoluciones ideológicas más importantes que estamos presenciando.

La revolución ideológica que apenas se inicia, irá, sin duda, mucho más lejos de lo que alcanzamos a percibir con mirada miope. Es una revolución que tendrá que abarcar la totalidad del mundo simbólico, desde las ciencias naturales hasta los templos sagrados del hombre. Las ideologías, sea cualquiera su nivel, que no se adapten a las exigencias de la vida, serán barridas de la historia.

Ello ya ha sucedido en múltiples ocasiones. Algunas de las revoluciones ideológicas de la historia humana tienen un trasfondo ambiental. El neolítico barrió con los antiguos dioses ociosos de los cazadores, que fueron reemplazados por los símbolos de la fertilidad. La tierra pasó a ser el centro de atención simbólica, desplazando a Uranos y a los dioses astrales. El dios solar cede su paso al calendario lunar.

El predominio simbólico de la fertilidad femenina también tuvo su fin. Fue un final trágico. Zeus y los nuevos dioses masculinos, basados en el dominio guerrero del hombre, invadieron los santuarios y desterraron a sangre y fuego los viejos ritos de la fertilidad y de la poliandria. El nuevo dominio de la naturaleza, presidido por el arado y por el caballo extendió la cultura machista a lo largo del planeta. Hoy apenas vivimos sus restos. Como lo ha planteado con claridad Boukchin, el predominio económico, político y simbólico del hombre sobre la mujer es uno de los rezagos de la antigua civilización que está apenas agonizando.

La revolución simbólica de los Upanishads que preside la cultura oriental moderna, también tiene un trasfondo ambiental. Fue una revolución casi exclusivamente simbólica, que trastornó totalmente los cimientos de la cultura aria de los Brahmanes en el momento en que los neolíticos del Indo y del Ganges habían llegado a sus límites ambientales.

Estamos quizás ante un momento similar, sólo que todavía no suficientemente percibido. Queremos seguir acariciando nuestros viejos fantasmas. La revolución simbólica que está empezando acabará sin embargo por desalojarlos de los nichos de la cultura.

Las nuevas pautas sociales exigidas por la crisis ambiental requieren un nuevo derecho y una nueva filosofía. Es necesario construir la filosofía del hombre

dentro del sistema de la naturaleza. Los compromisos de la antigua alianza kantiana no podrán impedir la formación de un pensamiento ambiental.

*Los compromisos de la antigua alianza kantiana
no podrán impedir la formación de un pensamiento
ambiental.*

Las ciencias igualmente necesitan cambiar de traje. Se requiere una ciencia que permita entender y manejar los sistemas y no sólo explotar los recursos. Solamente en el esfuerzo de un trabajo interdisciplinario se podrán encontrar los nuevos modelos de interpretación y las nuevas fórmulas para el logro de una cultura adaptativa.

CONCLUSIÓN: EL MODELO ECOSISTEMA Y CULTURA

De lo estudiado hasta el momento se pueden deducir los elementos para la construcción de un modelo de interpretación ambiental, que evite tanto el reduccionismo biólogo, como el sobrenaturalismo de las ciencias sociales. Concluiremos por lo tanto, con una breve explicación de dicho modelo.

Ante todo, se reconocen los dos órdenes como independientes. Tanto el ecosistema como el orden cultural tienen sus propias leyes de funcionamiento. En ello consiste el problema ambiental. Si el hombre se tuviese que adaptar cumpliendo una función dentro del ecosistema, no habría problemas ambientales. El ecosistema no tiene problemas ambientales en el sentido moderno del término. Lo ambiental como problema surge del hecho de que la especie humana no ocupa ningún nicho específico dentro del ecosistema.

El hecho de que la especie humana haya logrado una cierta independencia con relación a las leyes del ecosistema no debe interpretarse como un don de los dioses, sino como el resultado del proceso evolutivo. Los cambios sufridos por la evolución desde hace tres millones de años condujeron a la organización de una forma de adaptación diferente, que ya no se realiza a través de los cambios orgánicos, sino con base en una plataforma instrumental creciente. Eso es lo que significa la historia como etapa evolutiva.

A pesar de que el hombre ha sido arrojado del paraíso ecosistémico, tiene que construir cultura transformando dicho medio y construyendo nuevos equilibrios, que hemos llamado “tecnobiológicos”. La creación de una cultura no puede prescindir de las transformaciones del medio ecosistémico. La historia se hace con animales y con plantas. Aunque no pertenezca al ecosistema, el hombre sigue amarrado a la naturaleza. Es una etapa de la evolución natural.

La relación entre Ecosistema y Cultura no se da solamente a través de la técnica, sino que involucra igualmente la manera como los hombres se relacionan entre sí. La relación con la naturaleza está mediada por la relación entre los hombres. Involucra también la red simbólica con la que se teje y se trasmite la cultura.

La relación del sistema cultural con los ecosistemas se da por lo menos en tres fases que pueden ser diferenciadas teóricamente, aunque en la práctica estén íntimamente ligadas.

Ante todo habría que reconocer una primera relación “A” que va desde el Ecosistema a los sistemas socioculturales. Ello significa que la cultura, como estrategia adaptativa, tiene que ajustarse al medio externo. Una cultura de tierra árida es diferente a una construida en medio de la selva húmeda.

La segunda relación “B” va desde el sistema cultural hacia el ecosistema. Podemos llamar a ésta, la relación de impacto. Ello significa que toda cultura, en el proceso mismo de formación transforma el medio ecosistémico.

A la tercera relación “C” le podemos dar con los griegos, el nombre de NEMESIS. Es la venganza de la naturaleza, contra culturas no adaptativas. Cuando una cultura ha traspasado los límites, los impactos ambientales empiezan a presionar el sistema cultural para que cambie o desaparezca. Cuando el sistema cultural no logra encontrar el camino para modificar sus conductas erráticas, la naturaleza lo sepulta en el cementerio de la historia.

Para entender el problema ambiental hay que comprender, tanto el ecosistema, como los modelos culturales contruidos sobre la transformación de la naturaleza. El modelo de interpretación ambiental tiene que ser, por tanto, necesariamente interdisciplinario. La interdisciplina no es un simple lujo académico o una afición pasajera. Es el instrumento teórico que requiere la construcción de una sociedad ambiental.

Pueda ser que al llegar a las páginas finales de este ensayo podamos comprender mejor la crisis ambiental y aportar soluciones eficaces. Estas no son solamente de orden tecnológico. Es posible que la crisis ambiental nos obligue a cambiar de piel y a construir una nueva cultura. Ante la presencia de un problema ambiental la primera solución suele ser de orden técnico. Ello significa que la tecnología tiene una gran versatilidad y capacidad para ampliar los márgenes de adaptación del sistema cultural.

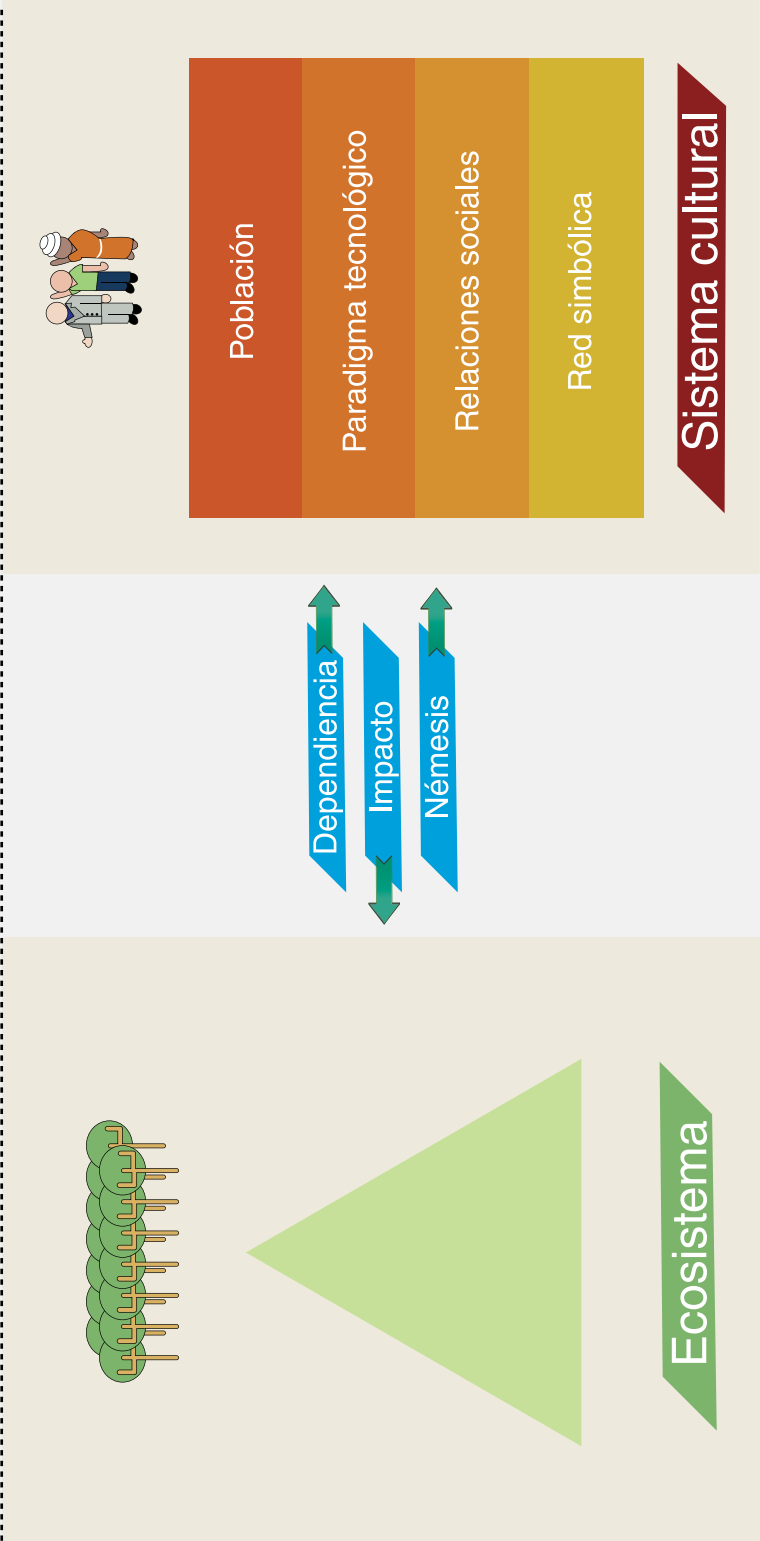
Sin embargo, la solución técnica no siempre ha estado a la mano para superar las crisis ambientales. Cuando un sistema cultural se siente acorralado por la falta de soluciones técnicas, se ve en ocasiones abocado a modificar sus formas de organización social y sus estructuras simbólicas. Este es quizás el caso de la crisis actual.

La evolución histórica no es una línea continua de ascenso. No ha sido así, por lo menos, en la historia pasada. El desarrollo puede verse y se ha visto muchas veces frustrado por los límites ambientales que lo acechan desde fuera. La crisis ambiental no significa necesariamente la catástrofe, pero sí posiblemente transformaciones profundas no sólo en los instrumentos técnicos, sino también en las formas de entender la sociedad y en los símbolos que aglutinan a los hombres.

Para entender la crisis ambiental actual es indispensable analizar no solamente los problemas de orden físico o biológico, sino igualmente las articulaciones que conforman el sistema social. Las soluciones no pueden ser solamente de orden técnico. Es indispensable repensar la sociedad en su conjunto. No es el primer cambio de piel que ha tenido que sufrir el hombre a lo largo de su historia.

MODELO ECOSISTEMA Y CULTURA

Figura 13.



ORIENTACIÓN

BIBLIOGRÁFICA

Las ideas básicas de este ensayo corresponden a una propuesta metodológica personal, que ha sido expuesta en forma extensa, en “Los Cuadernos Ambientales”, publicados por el Ministerio de Educación, en la Fragilidad Ambiental de la Cultura, publicado por la Editorial de la Universidad Nacional y en otros escritos del autor citados más abajo. La propuesta, como se ha visto, consiste en vincular la cultura al proceso natural, pero desligarla de las leyes ecosistémicas. Para ello se acude a conceptos como los de plataforma instrumental o relación entre ecosistema y cultura, que no se encuentran en la literatura ambiental corriente.

A pesar de la independencia del propósito, este ensayo se ha apoyado ampliamente en muchos de los avances logrados tanto en las ciencias llamadas “naturales” como en los de las ciencias sociales. Esta orientación bibliográfica tiene el propósito de reconocer algunas de estas dependencias.

A. LAS EXPLICACIONES DESDE LAS CIENCIAS NATURALES

El problema del método científico en el análisis de los procesos de la vida ha sido analizado extensamente en el simposio sobre reduccionismo en biología, convocado en 1972. Los trabajos han sido publicados con el siguiente título:

- AYALA F.J., DOBZHANSKY T., Estudios sobre la filosofía de la biología. Ed. Ariel, Methodos, 1983.

Sobre el reduccionismo científico se pueden ver además los siguientes textos:

- AYALA F.J., “Biology as an autonomous science” (en American Scientist, No. 56, 1968)
 - KOESTLER A. and SMYTHIES (Eds.) Beyond Reductionism. Hutchinson, Londres, 1969
 - NAGEL Ernest, The Structure of Science, Harcourt, Brace and World, N. York, 1961
 - THORPE W.H., El Reduccionismo en la Biología (En Ayala, o.c.)
- El reduccionismo ha intentado atacar sobretodo al vitalismo y a la teleología. Los principales teóricos, desde Darwin hasta Popper, Monod, etc., han enfilado sus argumentos contra este asomo de un plan ordenador sobrenatural sea religioso o filosófico. Para ello se atienen a la teoría del azar. En este ensayo no se acepta

sin inventario la teoría del azar. No por una esperanza teleológica, sino por la repetibilidad de los modelos a lo largo de toda la escala evolutiva.

La discusión puede verse en los libros citados de Monod, Dobzhansky, y Waddington, situados en el campo extremo de la defensa del azar.

Para una visión más completa de las implicaciones de los distintos métodos científicos y sus explicaciones epistemológicas pueden verse:

- ACKERMANN R., The Philosophie of Science, Pegasus, N.Y., 1970
- BACHELARD Gaston, El Compromiso Racionalista. S. XXI. 4a.Ed. 1985
- BERTALANFFY L., Theoretische Biologie. Berlin, 1932
- CANGUILHEM George, La Connaissance de la Vie, J. Vrin, Paris 1971
- ECCLES, J. C. Facing Reality. Longman, London, 1967.
- JACOB Francois, El Juego de lo Posible. Grijalbo, 1982
- HALDANE J.S., The philosophical Basis of Biologie, Londres, 1931.
- KUHN T.S., The Structure of Scientific Revolutions. University of Chicago Press, 1962. Trad. española en F.C.E. 7a ed., 1986
- MONOD, J., El Azar y la Necesidad. Monte Avila Ed., 1971
- NAGEL E., The Structure of Science. Harcourt, N.Y., 1961
- PANTIN C.F. and THORPE E.H. (Edit.), The Relation between the Sciences. Cambridge Un. Press, 1968.
- POPPER, K.R., The Logic of Scientific Discovery. Basic Books, N.Y., 1959
- PRIGOGINE Ilya, Tan solo una ilusión? Tusquets Ed., 1983.

Para la Historia de la ciencia me he basado fundamentalmente en:

- BERNAL John D., Historia Social de la Ciencia. Ed. Península, 1968
- DIETZ David, Historia de la Ciencia. Ed. Santiago Rueda. B. A., 1943

Sobre las diferentes teorías evolutivas:

- DOBZHANSKY TH. et BOESIGER E., Essais sur l'évolution. Masson, Pris, 1968
- BOESSIGER Ernest, Teorías evolucionistas posteriores a Lamark y Darwin (En Ayala, o.c.)
- MAYR, E., “The Nature of the Darwinian Revolution” (En Science, No. 176, 1972)
- SIMPSON G.G., The Meaning of Evolution. Yale Univ. Press, New Haven, 1967
- TAX S. (Ed.), The Evolution of Life. Chicago Univ. Press, 1960

La física y la biología molecular son posiblemente los campos mas avanzados del conocimiento científico. En el presente ensayo se supone la evolución de la materia antes de la aparición de la vida. Algunas de las propuesta metodológicas planteadas se basan en los avances de las ciencias físicas. La bibliografía en este campo es muy extensa. Este trabajo se ha basado principalmente en los siguientes textos”

- BOHR Niels, Physique Atomique et Connaissance Humaine. Ed. Gonthier, Paris, 1961
- CHARON Jean, De la Physique a l’Homme. Ed. Gonthier, 1964
- EDDINGTON A., The Philosophy of Physical Science. Cambridge Un. Press, 1939
- EINSTEIN A., El Significado de la Relatividad. Planeta, 1985
- HEISENBERG W., La Nature dans la Physique Contemporaine. Gallimard, Paris, 1962 (Hay traducción española en Ariel, 1976.
- HEISENBERG W., Physique et Philosophie. Albin Michel, Paris, 1961
- MARCH Arthur, La Physique moderne et ses theories. Ed. Gallimard, colec. Idées, 77, Paris 1965
- MERLAU PONTY J. Y MORANDO B., Les Trois étapes de la Cosmologie. Robert Laffont, Paris, 1971
- PLANK M., L’Image du Monde dans la Physique moderne. Gonthier, Paris, 1963
- PRIGOGINE Ilya, Tan solo una Ilusión ? Tusquets ed., 1983
- SHATZMAN E.L., The Structure of the Universe. McGraw-Hill, N.Y., 1968

Para comprender el proceso de la vida, se pueden consultar:

- DUBOS R. The Torch of Life. Simon and Shuster. N.Y., 1962
- GRIFFIN Donald, Estructura y Función Animal. Ed. Continental, 1968. Edición inglesa de Holt Rinehart, 1962
- LWOFF Andre, el Orden Biológico. Siglo XXI, Colec. mínima,1, 2a. Ed., 1970.
- PLATT, R.H. This Green World. Dodd, Mead & Co., N.York, 1942
- SIMPSON G.G., La vida en el pasado. Alianza ed.,1967.
- STORER John H., La Trama de la Vida, Fondo C. Ec., Breviarios, 143, 4a. Ed., 1982.
- SZENT-GYORGYE A., Nature of Life. Academic Press, N.Y., 1948

La etología es una rama relativamente reciente, aunque desde el siglo pasado

se viene estudiando el comportamiento animal. Su incidencia ha sido de mucha importancia para la discusión sobre las diferencias entre animal y hombre. Parte de la literatura sobre etología se refiere a aspectos como el de territorialidad, que se estudian dentro de la ecología.

- CALLAN Hilary, Etología y Sociedad. F.C.E. Breviarios 235, 1973
- CARTHY J.D. Y EBLING, Historia Natural de la Agresión. Siglo XXI, 1966. Edición inglesa de 1964
- LORENZ Konrad y LEYHAUSEN Paul, Biología del Comportamiento. Siglo XXI, 10a. Edición, 1981. Primera ed. en alemán: 1968
- LORENZ Konrad, Essais sur le Comortement animal et Humain, Ed. du Seuil, Paris, 1970

Sobre el pensamiento geográfico

- BERDOULAY Vincent, Des Mots et des Lieux, La Dynamique du Discours Géographique. Ed. du CNRS, Paris, 1988
- MORAES Antonio, Geografía, Pequeña Historia Crítica. Ed. Hucitec, S. Paulo, 1986
- STODDART D.R., Geography and the Ecological Approach. (En Geography, 50, 1965)

Sobre el puesto del hombre en el conjunto de la naturaleza:

- CALLAN H., Ethology an society. Oxford, 1970
- COMFORT A., The Nature of Human Nature, N.Y., 1968
- DARWIN Ch., The descent of Man, Londres, 1971
- DOBSHANKY, Anthropology and the Natural History, The Problem of Human Evolution, (En Current Anthropology, 4, 1963)
- DUBOS, The Limit of adaptability (En “The Environmental Handbook, Ballantine Books, N.Y., 1977
- HALL Edward, La Dimensión oculta. Siglo XXI, 10a. ed.,1986. La primera edición en inglés es de 1966
- LORENZ K., Essais sur le Comportment Animal et Humain, Seuil, Paris, 1970;
- SIMPSON G.G., Biology and Man. Harcourt, Brace and World, N.York, 1969
- THEILARD DE CHARDIN P., Le Phenomene Humain. Ed. du Seuil. Paris, 1955
- ROSTAND Jean, L’Homme. Ed. Gallimard, Idées, 1962.

La defensa del reduccionismo en las ciencias sociales ha sido asumida desde el punto de vista psicológico por varios autores. Puede consultarse:

- BODEN M., Purposive Explanation in Psychology. Harvard Univ. Press, Camb. Mass., 1972.
- BUNGE M., The Mind Body Problem. Pergamon, Oxford, 1981
- LURIA S., Life, the unfinished Experiment. Souvenir Press. Londres, 1976.

Sobre ecología:

La bibliografía que se propone a continuación se refiere exclusivamente a la ecología, entendida como ciencia interdisciplinaria al interior de las ciencias naturales. La ecología nace con los trabajos de Haeckel, Mobius y Forbes a finales del siglo. Luego se incorporan de otras disciplinas como los geógrafos Engler y Good, los climatólogos como Merrian, los botánicos, los limnólogos como Thinemann.

A pesar de las voces aisladas de algunos biólogos, como Friedrichs o Thinemann, que intentaron ampliar el término de ecología para que abarcara la actividad humana, ésta ciencia se conservó por lo menos hasta 1960, dentro de los límites estrictamente biológicos o, al menos, en manos de los científicos naturales.

Entre las diferentes tendencias de la ecología, este ensayo se ha ceñido lo mas estrictamente posible al modelo presentado por Odum, excepto en las referencias de este autor a la actividad humana. Se ha acudido a otros autores en casos especiales de aplicación de los principios ecológicos a fenómenos específicos.

- ODUM E.P., Ecología. Ed. Interamericana, México, 3a. ed., 1985.

Además se pueden consultar los siguientes textos:

- ALLE W.C. et alii., Principles of Animal Ecology. Ed. Saunders Co., Philadelphia, 1949
- CLARKE George, Elementos de Ecología. Ed. Omega, Barcelona, 4a. Ed. 1971
- DREUX Philippe, Introducción a la Ecología. Alianza Ed., 1974
- HARDY A.C., The Open Sea. Houghton Mifflin Co., N.Y., 1957
- HEDGPETH Joel (Editor) Treatise on Marine Ecology and Paleoecology. Geological Soc. of America, N.Y., 1957

- HILL M.N., (Dir.) The Sea. J. Wiley, N.Y., 3 vols., 1962
- HOLDRIDGE L.R., Life Zone Ecology. Trop. Res. Center, San Jose C.Rica, 1967
- MARGALEF Ramón, Perspectives in Ecological Theory. Univ. Chicago Press, 1968

En Geografía física se ha seguido especialmente a:

- STRAHLER Arthur, Geografía Física. Ed. Omega, Barcelona, 1981

Sobre la Historia de la vida se ha seguido principalmente a:

- PADOA Emanuele, Historia de la vida sobre la tierra. Eudeba, Buenos Aires, 1959.

B. EXPLICACIONES AMBIENTALES DESDE LAS CIENCIAS DEL HOMBRE

Los textos clásicos sobre ciencias sociales no tienen en cuenta la perspectiva ambiental. Su estudio, sin embargo, es indispensable, para poder asentar una nueva propuesta

- BARKER Paul, Las Ciencias Sociales hoy. F.C.E., 1982
- BRODBECK M. (Ed.) Reading in the philosophie of Social Sciences. Collier-Macmillan, Londres, 1968
- DUBY G., Histoire Sociale et Ideologie des Societés (En Le Goff, o.c.)
- GOLDMANN Lucien, Las Ciencias Humanas y la filosofía. Ed. Nueva visión. B. Aires, 1977
- HABERMAS Jurgen, Knowledge and Human Interest. Ed. Heinemann, Londres, 1971
- HAUSER, Historia Social de la Literatura y del Arte.
- LEVI-STRAUSS C., Anthropologie Structurale. Ed. Plon, Paris, 1958
- LE GOFF J. NORA P., Faire de l'Histoire. Gallimard, 1974 (3 vols.)
- PIAGET, MACKENZIE Y OTROS, Las tendencias de la investigación en Ciencias Sociales. Ed. Alianza, 1970
- VIET Jean, Los métodos estructuralistas en las ciencias sociales. Ed. Amorrortu, Buenos Aires, 1965.
- WEBER Max, Sobre la Teoría de las ciencias sociales. Ed. Peninsula, Barcelona, 1977

- WINCH P.G., The Idea of Social Science. Routledge, Londres, 1958.
(Su supuesto básico es que las ciencias sociales son filosofía)

Sobre la Sociobiología:

- ALEXANDER Richard, Darwinismo y Asuntos Humanos, Biblioteca científica Salvat, No. 75., 1987. El original en inglés es de 1979. CAMPBELL D.T., Evolutionary Epistemology (En P. Schilp, The Philosophy of K. Popper, Open Court, Illinois, 1974)
- RUSE Michael, Sociobiología. Ed. Cátedra, Madrid, 1980
- TRIVERS R.L., The Selfish gene. Oxford Univ. Press, 1976
- WILSON O., Sociobiology, The New Synthesis. Harvard Univ. Press, Mass., 1975
- WILSON O., On Human Nature. Harvard Univ. Press, Mass., 1978
(Traducción española en S. XXI)

La crítica a la sociobiología:

- BARKER M., The New Racism. Junction Books, Londres, 1981
- CAPLAN A.L. (Editor), The Sociobiology Debate. Harper and Row, N.Y., 1978.
- GOULD S.J., The Mismeasure of Man. Norton, N.York, 1981
- LEWONTIN R.C., y otros, No está en los Genes. Ed. Crítica, 1987
- ROSE H and ROSE S. (Edts.), The Political Economy of Science. Macmillan, Londres, 1976
- SAHLINS Marshall, Uso y Abuso de la Biología. Siglo XXI, 1982

Sobre Ecología Humana se puede consultar principalmente:

- EMERY F.E., and TRIST E.L., Toward a Social Ecology. Plenum Press, Londres, 1973
- GEORGE G y MCKINLEY M., Urban Ecology. Mc Graw Hill. N.Y., 1974
- HAWLEY Amos, Human Ecology. Roland Press, N.Y., 1950 (Hay traducción española en Ed. Tecnos, 1972.
- MACKENZIE, R, El Ambito de la Ecología Humana. (Reproducido en Theodorson, Estudios de Ecología Humana, Labor 1974. (El Original es de 1926)
- ODUM H.T. Energy, Ecology and Economics. 1973
- PARK, BURGESS & MACKENZIE, Estudios de Ecología Humana.

Labor, Barcelona, 1975. (El original es de 1926)

- RAPPAPORT R.A., El Flujo de energía en una Sociedad Agrícola. Alianza Ed., Madrid, 1975.
- SALTER P.S., "Towards an Ecology of the Urban Environment. (En Johnson and Steeve (Edts.), The Environmental Challenge, Holt, Rinehart and Winston, N. York, 1974
- VAYDA A.P., Y McCAY B., "New Direction in Ecology and Ecological Anthropology". (En Annual Review of Anthropology, vol.4, 1975)
- VAYDA A.P. and RAPPAPORT R., "Ecology, Cultural and non Cultural" (En J. Clifton (Edit.), Introduction to Cultural Anthropology. Houghton-Mifflin, Boston, 1968

El materialismo cultural

- HARRIS Marvin, Cultural Materialism. Vintage Books, N.Y., 1979 (Hay traducción castellana en Alianza Editorial, 1985)
- HARRIS Marvin y ROSS E., Muerte, Sexo y Fecundidad. Ed. Alianza, 1987
- HARRIS Marvin, Canibales y Reyes, Madrid, Alianza ed., 122, 1987
- HARRIS Marvin, Vacas, Cerdos, Guerras y Brujas. Madrid, Alianza, 755, 1985.

C. ECONOMÍA POLÍTICA, DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE

Bibliografía general

- BOSERUP E., Las Condiciones del Desarrollo en la Agricultura, Ed. Tecnos, Madrid, 1967
- BRANDT COMMISSION, North-South: A Program for Survival, MIT Press, Cambridge Mass., 1980.
- BRUNDTLAND, Chairman, Our Common Future, Oxford Univ. Press, 1987. (Hay traducción española)
- COMMONER Barry, The Closing Circle. Jonathan Cape, London, 1972 (Hay traducción española "El Círculo se cierra", en Plaza y Janés)
- EHRLICH Paul, The Population Bomb. Pan Ed. London, 1971
- GOLDSMITH Edward et alii, Manifiesto para la Supervivencia. Alianza Ed., Madrid, 1972.
- HELLER Agnes, La Revolución de la vida cotidiana. Ed. Materiales, Barcelona, 1979

- ILLICH Ivan, Energy and Equity. Harper and Row, N.Y., 1974
- MANSHOLT, La Carta de Mansholt. J.J. Pauvert, Paris 1972. (Es un documento dirigido por Mansholt al presidente de la Comisión Económica Europea)
- MANSHOLT y otros, Ecología y Revolución, Editorial Universitaria, Chile, 1972.
- MEADOWS D.H y otros, Los Límites del Crecimiento, F.C.E., 1972 (La traducción del Fondo de Cultura Económica salió el mismo año de la edición inglesa, The Limits of Growth.)
- MELANBY Kennet, Can Britain Feed Itself?, Merlin Press, Londres, 1975
- MENTON, Declaración de: Firmada por 2.200 científicos y entregada al Secretario General de Naciones Unidas en 1971, en vísperas de la Conferencia de Estocolmo.
- MESSAROVIC Y PESTEL, La Humanidad en la Encrucijada, F.C.E., 1974.
- MOSCOVICI S., Essai sur l'Histoire Humaine de la Nature. Flammarion, 1977.
- MUMFORD Lewis, The City in History, Pelican book, 1966.
- O'RIORDAN T., Environmentalism. Pion, London, 1981
- PIMENTEL D., Energy and Agriculture, Cornell Univ., 1979
- RAPAPORT A., Vivienda y Cultura, Ed. G.Gili, 1970
- ROBERS Alan, Consumerism and the Ecological Crisis,. Spokesman Books, Nottingham, 1974.
- SAINT-MARC Philippe, Socialización de la Naturaleza. Ed. Guadiana, Madrid, 1971
- SZENT-GYORGYI A., The Crazy Ape. Grosset & Dunlap, N.Y., 1970
- TAMAMES Ramón, Ecología y Desarrollo. Alianza Ed., 198.
- TINBERGEN Jan, Reshaping International Order (RIO). Dutton, N.Y., 1976.
- WARD B., DUBOS R., Only One Earth. Pelikan Books, 1972. (Hay traducción española en F.C.E., 1972)

SOBRE ECONOMÍA Y MEDIO AMBIENTE:

- BARNETT H. and MORSE Ch., Scarcity and Growth: The Economics of Natural Resource availability. Resource for the Future, Inc. Hopkins Press, Baltimore, 1963.
- BARRATT M. et alii, Recursos y Medio Ambiente: Una perspectiva

Socialista. Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1976.

- BOULDING Kenneth, The Economics of the Coming Spaceship Earth, (En Environmental Quality in a Growing Economy. Hopkins Press, Baltimore, 1966)
- BROWN G. and FIELD B., The Adequacy of measures for signaling the Scarcity of Natural Resources, Washington, Resources for The Future, 1976
- CODDINGTON Alan & VICTOR P.A., Ecology-Economy: Your Environment, 1972
- DALY H., Toward a Steady-State Economy, Freeman, S. 1973 Francisco,
- GEORGESCU-ROEGEN Nicholas, The entropy law and the economic Process. Harvard Un. Press, 1971
- GOODMAN et alii, Ecology and Industrial Society. J. Wiley. N.Y.
- LASZLO Y Otros, Obstáculos para el Nuevo Orden Económico Internacional. Ceestem, Ed. Nueva Imagen, México, 1981.
- LEONTIEF W., et alii, The Future of the world Economy -A united Nations Study, Oxford, Univ. Press, N. York, 1976
- MARTINEZ ALIER J. y SCLUPMANN K., La ecología y la Economía, F.C.E., 1991.
- NAREDO J.M., La Economía en evolución. Siglo XXI, 1987
- PALLOIX Christian, Las Firmas Multinacionales y el Proceso de Internacionalización. Siglo XXI, 1977.
- WALTER I., International Economics of Pollution, Mc.Millan, London, 1975

SOBRE PENSAMIENTO POLÍTICO AMBIENTAL

- BARRAT, EMERSON ET STONEMAN (Editores), Recursos y Medio Ambiente, una Perspectiva Socialista. G. Gili, 1978
- BOOKCHIN Murray, Por una Sociedad Ecológica. Ed. G.Gili, 1978
- BOSQUET Michel, Ecología y Libertad. Ed. G. Gili, 1877
- CALDWELL y otros, Socialismo y Medio Ambiente, G. Gili, Col. Punto y Línea.
- COATES Ken, Socialism and the Environment. Spokesman Books, Nottingham, 1972. (Hay traducción española en G. Gili)
- GORZ André (Michel Bosquet), Ecología y Libertad. G. Gili, Barcelona, 1977)
- DUMONT René, Ecología Socialista, Ed. Martínez Roca, Barcelona, 1977
- GOODMAN Paul, La Nueva Reforma, Un nuevo Manifiesto Anarquista. Ed. Kayros, 1971
- HARDIN Garret, The Tragedy of the Commons (En Science, vol 162,

1243, 1968)

- MORIN Edgar, El Método, Naturaleza de la Naturaleza. Ed. Cátedra, Madrid, 1981
- STONEMAN C., Socialismo y Medio Ambiente, G.Gili, Barcelona, 1976
- Ed. PROGRESO, El Hombre la Sociedad y el Medio Ambiente, 1976
- PACKARD Vance, The Waste Makers, Pelican, 1963 (Versión Castellana: Los Artífices del Derroche, Ed. Suramericana, 1961
- SCHUMACHER E.F., Small is beautiful, Blond and Briggs, 1973 (Versión castellana en Hermann Blume, 1978

D. PENSAMIENTO AMBIENTAL EN AMÉRICA LATINA

En América Latina ha empezado a surgir un pensamiento ambiental independiente, que se manifiesta en el modelo latinoamericano construido desde el Centro Bariloche, en las conclusiones del Seminario de Universidad y Medio Ambiente celebrado en Bogotá en 1985 y en diferentes artículos y libros que se han venido publicando en los últimos años. Las tendencias, sin embargo, no asumen todas ellas una posición independiente. Algunos autores siguen muy de cerca las corrientes europeas, otros estimulan un pensamiento autónomo.

La perspectiva ambiental ha seguido de cerca la crítica al estilo de desarrollo que se había consolidado en la década de los sesenta. Entre estos hay que tomar en cuenta especialmente la tendencia dependentista y sobre todo a quienes han denunciado el saqueo de los recursos.

La falta de espacio nos impide citar muchos de los trabajos publicados en América Latina, pero se puede consultar el boletín de la Red de Formación Ambiental del PNUMA, que ha empezado a publicar reseñas de las principales publicaciones.

- ANGEL MAYA Augusto, Hacia una Sociedad Ambiental. Ed. El Labrador, Bogotá, 1989
- ANGEL MAYA Augusto (Ed.), Ciencias Sociales y Medio Ambiente. ICFES, 1990
- ANGEL MAYA A., BARON M., Asentamientos humanos, Urbanismo y sus Efectos Ambientales, Fescol, Bogotá, 1989
- ANGEL MAYA Augusto, La fragilidad Ambiental de la Cultura, Editorial Universidad Nacional e IDEA, 1995

- ANGEL MAYA Augusto, Desarrollo sostenible, Aproximaciones Conceptuales, UICN, Fundación Natura, Quito, 1995
- BIFANI Pablo, La Interrelación Medio Ambiente y Desarrollo desde el punto de vista económico. CIFCA, 1982
- BRAILOVSKY Antonio, Corporaciones multinacionales y Medio Ambiente. (Trabajo presentado a Clacso, 1979)
- BRANES Raul, El Derecho Ambiental en América Latina. CIFCA, Fasc. No. 1, 1982.
- CARRIZOSA Julio, La Dimensión Ambiental en los procesos de Planificación. CIFCA. Fascículos No. 9., 1981.
- CEPAL, La dimensión Ambiental en la Planificación del Desarrollo, Grup. edit. latinoamer., 1986
- CORAGGIO J.L. y otros, La Cuestión Regional en América Latina, IIED y Ciudad, Quito, 1989.
- ENZENBERGER H.M., A Critique of Political Ecology. (En New Left Review, No. 84, 1974
- FUNDACION FRIEDRICH EBERT, Ecología y Política en América Latina, Consecuencias de la Industrialización y el Desarrollo sobre la Ecología, CEDAL, Costa Rica, 1984.
- FUNDACION FRIEDRICH EBERT, Política Ambiental y Desarrollo. Editorial Presencia, Bogotá, 1986.
- ICFES, Universidad y Medio Ambiente en América Latina y el Caribe (Primer Seminario), Bogotá, 1985
- GLIGO Nicolo, Estilos de Desarrollo, Modernización y Medio Ambiente en la Agricultura Latinoamericana. Cepal. Proy 2/R.11, 1979
- LEEF Enrique, Ecología y Capital. UAM, México, 1986
- LEEF E. (Coordinador), Los Problemas Ambientales y la Perspectiva Ambiental del Desarrollo. Siglo XXI, 1986.
- MODELO MUNDIAL LATINOAMERICANO, Catástrofe o Nueva Sociedad. CIID, Bogotá, 1977.
- OLIVIER Santiago, Ecología y Subdesarrollo en América Latina. Siglo XXI, 1981.
- SANCHEZ V. Y SEJENOVICH H., (Editores) En torno al Ecodesarrollo. ed. Universidad Estatal a Distancia, S. José, C. Rica ., 1983.
- SEJENOVICH Y SANCHEZ V., Notas sobre Naturaleza y Sociedad y la Cuestión Regional en América Latina (En Coraggio, o.c.
- SIAP, Revista interamericana de Planificación Vol. XVIII, No. 69, Marzo 1984. (Este Número esta dedicado al tema Planificación y Medio Ambiente)
- SUNKEL O. y GLIGO N. (Coordinadores), Estilos de Desarrollo y Medio Ambiente en América Latina. F.C.E., 36, 1980.
- TOLEDO Alejandro, Desarrollo y Medio Ambiente. CIFCA, Opiniones,

Fascículo No. 9)

- TOLEDO Victor Manuel, Ecología y Autosuficiencia Alimentaria. Siglo XXI, 1985
- THUMSER G., OLIVIERI S. Y SEJENOVICH H. (Coordinadores), Sistemas Ambientales, Planificación y Desarrollo. Ediciones SIAP y PLASA. México, 1985
- VIDART Daniel, Para una Epistemología del Ambiente (Ciencia, Tecnología Y Desarrollo), 15.3, 1981.