

SISTEMAS ECOLOGICOS Y SALUD HUMANA

S. W. Bennett¹ y R. U. Carcavallo²

El hombre ha modificado los ecosistemas de tal forma que ha construido uno propio, con estructuras y objetivos sistémicos diferentes de los naturalmente iniciales y un empleo distinto de la materia y la energía. También ha incrementado la riqueza de información semántica. A esto se lo denomina antroposistema. La salud es la resultante de exitosos mecanismos adaptativos a los estímulos y agresiones del ambiente. Tanto la enfermedad como los agentes, los huéspedes y los restantes eslabones de una cadena o red epidemiológica son susceptibles de un estudio de tipo ecológico y de sistemas.

Introducción

Se puede definir a la ecología como la interdisciplina que estudia tanto las interrelaciones de los seres vivos entre sí, como con el ambiente que contribuyen a formar. Por lo tanto, la *ecología humana* estudia en forma interdisciplinaria el ambiente del cual forma parte la comunidad humana y con el que interactúa. La *ecología de la salud* es, según conceptos similares, el estudio global de las interrelaciones ambientales cuyo resultado es el mayor o menor nivel de salud de una comunidad humana (4).

El ambiente está constituido por la totalidad de factores fisicoquímicos, bióticos y socioculturales que rodean a un individuo o grupo. Por lo tanto, es algo dinámico, en continuo cambio y con constantes interacciones entre los componentes que lo integran (10). Este enfoque dinámico establece que cada factor es modificado por los demás, a la vez que los modifica, en un ininterrumpido reciclaje de energía, materia e información.

Todos estos ciclos se cumplen a través de los seres vivos (factores bióticos), pero necesitan de los soportes abióticos, fisicoquímicos, que el ambiente les proporciona. Para la existencia de la vida se requiere cierto número de factores en condiciones especiales y determinadas. Por esta razón, la ecología se interesa y estudia a fondo estos factores abióticos que son, fundamentalmente, la atmósfera, el agua, el suelo, el clima, la geomorfología y los factores relacionados con los anteriores, tales como latitud, altitud y panorama.

Características del ecosistema

Con estos elementos, se estructura en ecología su unidad de estudio denominada el ecosistema (10). A este se lo define como la totalidad de factores que se interrelacionan en un determinado lugar de la biosfera, con las características que se enuncian a continuación:

1) Es autorregulable: dispone de mecanismos propios para evitar que el cambio numérico de individuos de una especie altere la relación con los demás factores. En general, el aumento del número de individuos está controlado por la dis-

¹ Director, Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud (ECO), México, D. F., México.

² Epidemiólogo, Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud (ECO), México, D. F., México.

ponibilidad de alimentos, por el espacio físico disponible (territorio) y por el incremento paralelo de predadores biológicos.

2) Es autosuficiente: con excepción de las salidas y entradas de aire y agua, un ecosistema regulado reinicia un nuevo ciclo de la casi totalidad de sus elementos químicos. Puede considerársele como abierto desde el punto de vista energético, pero es cerrado si se toman en cuenta los materiales que lo integran. Pero aun este "cierre" material admite algunas entradas y salidas circunstanciales. Sin embargo, en su conjunto, podría subsistir en un ambiente de "caja cerrada".

3) Tiene variedad: cuanto más complejo es un ecosistema, es decir, cuanto mayor número de especies lo forman, es tanto más estable.

4) Tiene estabilidad: esta es una característica resultante del punto anterior.

5) Tiene ocupada la totalidad de los nichos ecológicos: se entiende por nicho ecológico la función que cada especie cumple dentro del ecosistema (ejemplos: consumidor primario de flores epífitas, consumidor secundario nocturno de insectos voladores, degradador de cadáveres o heces, degradador nitrificador del suelo, etcétera).

6) En relación con el primer punto, cada especie posee una dinámica poblacional vinculada con las disponibilidades circunstanciales de materia nutriente. Como caso ilustrativo se menciona el siguiente: después de las lluvias hay un aumento general de follaje y plantas, inmediatamente seguido por un aumento poblacional de consumidores primarios y luego por otro, correlativo, de consumidores secundarios; también aparecen insectos, moluscos y batracios que cumplen parte de su ciclo biológico en medios acuáticos.

Estas características del ecosistema deben tenerse en cuenta para comprender luego la ecología humana y la ecología de la salud; cabe indicar que la aparición del hombre produjo varias "revoluciones ecológicas" en el planeta.

Las revoluciones ecológicas

La primera revolución ecológica fue, por lo tanto, la aparición de una especie con gran capacidad para modificar el ambiente, dominar el fuego (primer uso de la energía con fines no directamente tróficos), interrogarse sobre lo desconocido y desarrollar un lengua-

je que le permitió no solo una mayor eficiencia en sus actividades mediante la intercomunicación en una comunidad, sino la transmisión de la experiencia acumulada a través de sucesivas generaciones (1).

La siguiente revolución se originó con la aparición de la agricultura. El hombre que se dedica a esta actividad no necesita ser nómada, destruye un ecosistema natural caracterizado por su gran variedad de especies y nichos ecológicos completos y lo reemplaza por una sola especie con un solo nicho, donde la invasión de otras especies animales o vegetales significa una agresión. El hombre produce así, prácticamente a su voluntad, gran parte de la energía biológica necesaria para su alimentación.

Otra revolución ecológica fue la domesticación de animales que no solo aseguran las fuentes proteicas de alimentación, sino que ayudan al hombre en las más fatigosas tareas, le ahorran el gasto de su propia energía muscular y le permiten una mayor eficiencia en la realización de sus actividades agrícolas.

Luego se sucedieron muchas otras revoluciones, tales como el empleo de la fuerza del viento y del agua para viajar o para mover molinos, la transformación total del ecosistema natural para asentar las ciudades, la esclavitud que proveía la energía de otros hombres, a fin de no llevar a cabo ningún trabajo manual. Este abandono de la lucha cotidiana por la existencia obligatoria en cualquier ecosistema, dejó tiempo suficiente para dos actividades: la guerra de conquista de nuevas tierras y esclavos, y el pensar en continuos interrogantes para explicar el universo y la vida. En el segundo milenio a. de J.C., las únicas actividades de los hombres libres solían ser el militarismo y la filosofía.

Las restantes revoluciones ecológicas son mucho más recientes. Tal es el caso del empleo de la energía mecánica, con máquinas cada vez más poderosas y eficaces; el uso de la energía del vapor de agua y de los combustibles fósiles como el carbón, el gas y el petróleo (que almacenaron durante millones

de años la energía solar captada por los gigantescos bosques anteriores y contemporáneos del período paleozoico). Por último y ya en tiempos actuales, la aparición de las energías nuclear, mareomotriz, geotérmica, hidroeléctrica y solar, con fines no tróficos.

En la actualidad se inicia una revolución electrónica en la que irrumpen las computadoras, las calculadoras en miniatura y los marcapasos cardíacos, como si cada semana se contara con un nuevo producto. Nadie puede predecir las consecuencias que dicha revolución originará en la sociedad, pero sí se puede asegurar que esta tendrá un gran efecto en el cambio de la vida y la salud (1).

Así pues, desde el punto de vista ecológico, la historia del hombre se reduce a tres actividades que son únicas entre las de los millones de especies que existen en el planeta: la disconformidad con las condiciones naturales del ambiente y el reemplazo por otras que son favorables a sus intereses, el empleo de otras fuentes de energía con propósitos no directamente alimentarios y la transmisión generacional de la experiencia acumulada. La consecuencia de esta actividad humana, también llamada "proceso civilizatorio" (11), es la transformación de los ecosistemas o su total desaparición.

Ecosistema y antroposistema

En ecología humana, por lo tanto, se estudian los ecosistemas en cuanto estos son proveedores de fuentes energéticas (alimentaria, calórica, hídrica, etc.) para las comunidades humanas. Pero la importancia de esta única especie es tal que, además de los factores abiótico y biótico, adquieren una relevancia fundamental otro grupo de factores ambientales: los socioculturales (6-13). Estos factores están relacionados con la organización de la sociedad, con las actividades de la misma y con la especial capacidad humana para el aprendizaje de situaciones nuevas. Por otra parte, aparecen como características la valoración

de abstracciones y símbolos, creencias y pautas de comportamiento.

Debido a estas consideraciones, se afirma entonces que el hombre ha construido su propio sistema (3). No solo ha modificado los ecosistemas, sino que los ha reemplazado por un antroposistema, distinto y antagónico respecto a los anteriormente formados por la naturaleza. Ignora las características que definen un ecosistema y las reemplaza por los campos de monoproducción: mata todas las especies vegetales y animales de una sabana y siembra una única especie (trigo, maíz, cebada) e impide que ninguna otra penetre o se desarrolle en su predio; tala y quema una selva de miles de especies de los reinos naturales para reforestarla—si es que lo hace— con una única especie de árbol de buen y rápido rendimiento maderero; inunda enormes extensiones de la biosfera para obtener kilovatios de energía eléctrica para sus industrias. En las ciudades (el antroposistema extremo) los únicos vegetales existentes son ornamentales y los únicos animales son perros, gatos, algunas aves y aquellos que hasta ahora han sobrevivido a las matanzas del hombre: roedores y unos pocos artrópodos.

El término ecosistema se creó muchos años antes de que se publicaran los trabajos de Bertalanffy sobre Teoría General de Sistemas (2) y de Wiener sobre cibernética (14). Sin embargo, el término empleado en ecología no puede ser más exacto, por cuanto a uno de los métodos que se emplea para su estudio se lo considera como un sistema en el concepto de la Teoría General. Es decir, un conjunto de elementos interrelacionados e interdependientes que cumplen, a través de distintas funciones, con un objetivo común. Sintetizada en forma elemental, esta metodología permite estudiar la entrada de materiales, energía e información, su transcurso dentro del sistema, sus cambios y aprovechamiento, su reciclaje y su eliminación: todo ello para el cumplimiento del objetivo del sistema.

Tal como se ha señalado antes, esto es válido para un ecosistema, ya que se trata de un conjunto de factores bióticos y abióticos que con distintas funciones cumplen el objetivo de mantener la vida, dentro de biomasa óptimas, con una estabilidad basada en la gran variedad de especies que cumplen las distintas funciones. En él, hay entradas, transcurso, cambios, aprovechamiento, reciclaje y eliminación de materia, energía e información (esta última, principalmente genética).

También se puede estudiar al antroposistema con técnicas de la Teoría General. Pero los objetivos antroposistémicos son diferentes a los ecológicos. En los primeros, el objetivo fundamental es la expansión de una sola especie y la utilización al máximo de todos los factores aprovechables y esa única especie es capaz de producir grandes cambios e incluso autodestruirse.

En el cuadro 1 se presentan algunas diferencias importantes entre el antroposistema y

CUADRO 1—Diferencias entre los sistemas ecológico y humano.

Ecosistema	Antroposistema
Gran variedad de especies	Ausencia de variedad
Riqueza de información genética	Tendencia a la uniformidad genética
Estabilidad temporoespacial	Inestabilidad temporoespacial
Autorregulación y autocontrol	Regulación y control a cargo del hombre
Autosuficiencia material	Necesidad de aportes materiales constantes
Uniformidad de fuente energética solar	Pluralidad de fuentes energéticas
Dinámica de poblaciones en relación con condiciones ambientales	Dinámica de poblaciones sin relación con condiciones ambientales
Completa metabolización sistémica de materia y energía	Incompleta metabolización sistémica de materia y energía
Escasa información semántica	Riqueza de información semántica en continua acumulación y crecimiento
Biomasa óptimas de especies interrelacionadas	Biomasa máximas de especies poco o nada interrelacionadas
Cambios estructurales muy lentos (siglos o milenios)	Cambios estructurales muy rápidos (en algunos casos, fracciones de segundo)
Retroalimentación sistémica ("feedback") constante	Retroalimentación inconstante, insuficiente y variable
Cadenas energéticas fundamentalmente tróficas	Cadenas energéticas fundamentalmente no tróficas
Energía usada en la cantidad necesaria y suficiente para el mantenimiento de la vida	Derroche energético sin relación con necesidades vitales
Empleo de elementos químicos que solo se relacionan con moléculas y actividades orgánicas	Empleo de gran número de elementos químicos sin relación con moléculas y actividades orgánicas
Estricta relación con las condiciones de agua, suelo y clima	Escasa relación con condiciones de agua, suelo y clima, que pueden modificarse de acuerdo con las necesidades
Imposibilidad de crecimiento ilimitado del número de individuos de una especie	Explosión demográfica humana
No puede autodestruirse	Puede autodestruirse
Inexistencia e inutilidad de símbolos abstractos	Existencia, imprescindibilidad y constante creación de símbolos abstractos
No puede agredir al antroposistema	Agrede, modifica y destruye el ecosistema

el ecosistema (1). A ambos se los puede estudiar en su cibernismo (se entiende por ello sus mecanismos de control, sus informaciones sistémicas intrínsecas), pero tienen diferencias fundamentales, incluso en sus estructuras y funciones. Por lo tanto, la ecología humana tiende a estudiar en primer lugar el antroposistema y luego el ecosistema, en lo que este tiene de aprovechable para el hombre. En cambio, la ecología general se interesa fundamentalmente por el ecosistema y tiene un interés secundario por la comunidad humana, salvo en lo que esta hace por destruir o alterar la naturaleza.

Ecología de la salud

En sus aspectos principales, la ecología de la salud es una disciplina interesada en ambos campos, aunque su proyección aplicada se propone como objetivo el bienestar humano. Nada de lo que transcurre en el mundo le puede ser totalmente ajeno, puesto que en una u otra forma todo factor ecológico tiene importancia en el campo de la salubridad. El hombre puede padecer patologías provenientes tanto de los ecosistemas naturales como de los antroposistemas y, en consecuencia, ambos son de interés epidemiológico. Desde un punto de vista ecológico, la salud del hombre es la resultante de exitosos mecanismos adaptativos a los estímulos y agresiones que provienen del ambiente (4, 5). Los denominados agentes, tanto bióticos como abióticos y socio-culturales, no son otra cosa que los factores ambientales estudiados por la ecología. La enfermedad, o cualquier anormalidad de la salud, es consecuencia de la inexistencia, insuficiencia o ineficiencia de los mecanismos adaptativos, tanto del individuo, como del grupo al que este pertenece. Esta concepción integralista o global de la ecología de la salud permite explicar como inadaptaciones al ambiente incluso las llamadas enfermedades congénitas y hereditarias. Se considera entonces que los estímulos ambientales fueron no-

civos en el claustro materno, en los órganos reproductivos de los padres o en los cromosomas de los ancestros. En este último caso, no debe olvidarse que la información genética del ácido desoxirribonucleico (ADN) y del ácido ribosomucleico (ARN) está sujeta en forma permanente a las pruebas de adaptación a múltiples factores que le imponen los mecanismos de selección biológica.

Los factores del sistema y la salud

Si bien con anterioridad se han explicado algunos aspectos, en este trabajo no se pretende presentar una lista completa de interrelaciones entre las distintas enfermedades que sufre el hombre y la totalidad de factores del ambiente. Pero se hace necesario aclarar que en cualquier enfermedad no existe una causa única sino una red causal, donde múltiples factores interactúan para que en determinado tiempo y lugar, el o los agentes etiológicos se encuentren con el hombre susceptible. Por tal motivo la epidemiología estudia las fuentes, las personas, los agentes, los huéspedes y los vectores, tanto como la espacialidad y temporalidad de la prevalencia o incidencia de las diferentes enfermedades (9).

El concepto de causalidad depende en lo fundamental de un punto de vista u opinión utilitaria. Desde un punto de vista ecológico, es un examen arbitrario de las relaciones para desarrollar las estrategias necesarias en la prevención y la promoción de la salud. Dentro de estas relaciones, algunas aparecen como necesarias, aunque nunca son suficientes, y a ellas se las designa como agentes (4). Estos (bióticos, como una bacteria o abióticos, como el arsénico) actúan ya sea por presencia, como en estos dos ejemplos, ya sea por ausencia, como es el caso del yodo o de las proteínas en la ingesta.

Según una clasificación propuesta en 1975 (5), los agentes pueden ser animados o vivos (de enfermedades transmisibles, parasitarias, alérgicas y tóxicas), endógenos (por condi-

ciones fisiopatológicas especiales, como las hormonales), fisiológicos (por circunstancias tales como el embarazo y la vejez), genéticos (por alteraciones en los cromosomas y genes), psíquicos (inadaptaciones en la vida de relación), tóxicos, químicos, físicos, traumáticos, sociales (por disfunciones intra e intergrupales, tales como la delincuencia juvenil) y alimentarios. Como puede apreciarse en esta lista de agentes, y si se agrega la participación de huéspedes y vectores, en la práctica el ambiente provee la casi totalidad de los factores nosológicos y resulta fundamental considerar la interdependencia de todos ellos.

Ya sea que se trate de un sistema ecológico natural o de uno modificado y transformado por el hombre, dentro del enfoque sistémico los problemas que afectan las condiciones de vida de este y de su salud pueden ser estructurales o funcionales. Las entradas (inputs), salidas (outputs), retroalimentación (feedback) o aprovechamiento de la energía, a partir de la materia y de la información, determinarán o condicionarán los procesos patológicos. Desde este punto de vista, los ejemplos pueden ser múltiples, pero se considerarán dos:

1. La malnutrición puede deberse a insuficiente entrada de material alimentario al sistema social, o a mal aprovechamiento y distribución dentro del sistema, o incluso a un exceso de salida del mismo. Para modificar ese problema habrá que diagnosticar antes que nada cuál es, dentro del sistema, la interrelación anómala (8). En el primer caso, el sistema no importa la materia alimentaria en la cantidad y calidad necesarias; en el segundo, el ingreso es el adecuado, pero hay factores económicos o culturales que no permiten su correcta distribución o aprovechamiento (en este caso hay una falla de tipo informático); en el tercero, también por fallencias informáticas, el sistema produce lo necesario, pero lo exporta en cantidades inadecuadas.

2. La delincuencia infantil y juvenil es una enfermedad social que, en el individuo, se

debe a un desajuste adaptativo psíquico con respecto al ambiente en que se desarrolla. Desde un punto de vista ecológico, es una alteración del flujo de información y, desde un punto de vista del sistema, se debe a un ingreso de información semántica superior al que el individuo y la sociedad pueden metabolizar. La publicidad y la propaganda promueven la valoración de bienes de consumo, muchas veces superfluos, que terminan por constituirse en símbolos de condición social y de confort. Los individuos en edades previas a la maduración son especialmente permeables a estos estímulos informáticos y, ante la incapacidad de poseer los bienes por mecanismos lícitos, suelen formar una asociación con sus pares para obtenerlos de modo ilícito. Las propagandas sobre el sexo y la violencia son otros elementos sobreagregados a la incapacidad de metabolización de la pandilla.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, se puede conceptualizar otro aspecto de gran difusión actual: la contaminación ambiental. Se la puede definir como la incapacidad sistémica de metabolizar un flujo determinado, sea de materia, de energía o de información (1). Son clásicos los ejemplos de contaminación atmosférica o acuática debido a productos industriales o domésticos que el sistema no utiliza en forma completa o no recicla; tal es el caso de la contaminación por materia. Los subproductos radioactivos ("deshechos nucleares") constituyen un ejemplo de contaminación energética, ya que el sistema es incapaz de aprovecharlos. Por analogía, la publicidad y propaganda, ejercidas por los medios de comunicación social o de masas, producen una contaminación informática por incapacidad absoluta del ambiente social, que no le puede dar los adecuados cauces metabólicos. En consecuencia, es una alteración que amenaza destruir el sistema global por agotamiento de recursos, acumulación de residuos y por la violencia desencadenada para el logro y afianzamiento de las funciones específicas.

El enfoque del sistema que se ha mencionado permite una simplificación de la epidemiología y una mayor integración de todos los factores involucrados en los problemas de salud.

Resumen

Desde el punto de vista ecológico, la historia del hombre se puede reducir a tres actividades que son únicas de la especie: la disconformidad con las condiciones naturales del ambiente en que vive y el reemplazo por otras que son favorables a sus intereses; el empleo de diversas fuentes de energía, con propósitos no directamente alimentarios y la transmisión generacional de la experiencia acumulada. La consecuencia de estas actividades humanas es la transformación de los ecosistemas o su total desaparición. Pero el hombre no solo ha modificado a estos últimos, sino que incluso los ha reemplazado por un antroposistema, distinto y antagónico a los formados por la naturaleza. La ecología humana tiende en primer lugar al antroposistema, mientras que la ecología general se interesa fundamentalmente por el ecosistema.

En cambio, la ecología de la salud es, en sus principales aspectos, una disciplina que tiene en cuenta ambos campos, si bien su proyección aplicada se propone como objetivo el bienestar humano. Todo factor ecológico tiene importancia en el campo de la salubridad y dado que el hombre puede padecer patologías provenientes tanto de uno como otro sistema, ambos revisten importancia para la epidemiología. La enfermedad, o cualquier anomalía de la salud, es el resultado de la inexistencia, insuficiencia o ineficiencia de los mecanismos adaptativos, tanto del individuo, como del grupo al que este pertenece.

Tanto el eco como el antroposistema pueden estudiarse según técnicas de la Teoría General de sistemas, ya que cada uno de ellos involucra un conjunto de elementos interrelacionados e interdependientes que cumplen, a través de distintas funciones, con un objetivo determinado. Sintetizada en forma elemental, esta metodología estudia los ingresos materiales, energéticos e informáticos, su transcurso dentro del sistema, sus cambios y aprovechamientos, su reciclaje y su eliminación, todo ello para el cumplimiento del objetivo del sistema. □

REFERENCIAS

- (1) Bennett, S. W. y R. U. Carcavallo. *Ecología y enfermedades cardiovasculares*. Seminario Sudamericano de Epidemiología y Enfermedades Cardiovasculares. Lima, 1977. Publicación en prensa.
- (2) Bertalanffy, L. von. *Teoría general de los sistemas*, Fondo de Cultura Económica, México, 1968.
- (3) Carcavallo, R. U. y A. R. Plencovich. *Ecología y salud humana*. Buenos Aires: Editorial Intermédica, 1973.
- (4) Carcavallo, R. U. y A. R. Plencovich. *Los ecólogos y la salud*. Caracas: Editorial Monte Avila, 1975.
- (5) Carcavallo, R. U. *Ecología humana y enfermedad de Chagas* (Relato). Congreso Sudamericano de Cardiología. Lima, 1977. Publicación en prensa.
- (6) Chinoy, E. *La Sociedad. Una introducción a la sociología*. Fondo de Cultura Económica. México, 1968.
- (7) Ferrera, F. A., A. E. Acebal y J. M. Paganini. *Medicina de la comunidad*. Buenos Aires: Editorial Intermédica, 1972.
- (8) George, P. *Geografía social del mundo*. Barcelona: Oikos-Tang, 1971.
- (9) Kilbourne, E. D. y W. G. Smillie (Eds.). *Human Ecology and Public Health*. Nueva York: Macmillan Co., 1969.
- (10) Odum, E. P. *Ecología*. Buenos Aires: Editorial Interamericana, 1969.
- (11) Ribeiro, D. *El proceso civilizatorio: De la revolución agrícola a la termonuclear*. Buenos Aires: CEDAL, 1971.
- (12) Rogers, E. *Human Ecology and Health*. Nueva York: Macmillan Co., 1960.

(13) Sonis, A. *Salud, medicina y desarrollo económico social*. 2a. edición. Buenos Aires: EUDEBA, 1968.

(14) Wiener, N. *Cybernetics*. Nueva York: Wiley & Sons, 1948.

Ecological systems and human health (Summary)

From the standpoint of ecology, the history of man can be reduced to three activities that are unique to his species: inconformity with the natural conditions of his environment and the replacement of these with others more favorable to his interests; the use of different sources of energy for purposes not directly related to his food needs, and the transmission of accumulated information from one generation to the next. The result of these human activities is the transformation or total disappearance of ecosystems. But man's activities have not been limited only to changing those systems; he has even replaced them with an anthropo-system that is completely different from, and antagonistic to, those found in nature. Human ecology tends primarily to deal with anthropo-systems, while general ecology fundamentally has to do with ecosystems. The ecology of health, on the other hand, is in the main a discipline which takes both fields into consideration, al-

though in practice it is aimed at procuring the well-being of man. All ecological factors are important in the field of public health, and since man is subject to pathologies stemming from both systems alike, they are both of importance to epidemiology. Disease, like any other health abnormality, is a result of the absence, insufficiency of the adaptive mechanisms both of individuals and of the group to which they belong.

The techniques of the General Theory of Systems can be employed in studying both eco- and anthropo-systems, since each involves a complex of interrelated and interdependent elements that function in different ways to obtain a given objective. Briefly summarized, this methodology studies material, energy and informational input, its passage through the system, the changes and improvements it undergoes, its recycling and its elimination, all of which contributes to the fulfillment of the system's objective.

Sistemas ecológicos e saúde humana (Resumo)

Sob o ponto de vista ecológico, a história do homem pode reduzir-se a três atividades que são únicas da espécie: a inconformidade com as condições naturais do ambiente em que vive, substituindo-as por outras que são favoráveis aos seus interesses; o aproveitamento de diversas fontes de energia com fins que não são diretamente alimentários, e a transmissão de geração em geração da experiência acumulada. A consequência dessas atividades humanas é a transformação dos ecossistemas ou até mesmo seu desaparecimento total. Não tão somente modificou o homem esses sistemas como também, inclusive, substituiu-os por um antropossistema, diferente e antagonico aos formados pela própria natureza. A ecologia humana tende, em primeiro lugar, ao antropossistema, enquanto que pelo seu lado, a ecologia geral se interessa fundamentalmente pelo ecossistema. Entretanto, a ecologia da saúde é, dentro dos seus principais aspectos, um tipo de disciplina que leva em conta ambos campos apesar de que a sua projeção aplicada se propõe ter

como objetivo, o bem-estar humano. Todo fator ecológico tem sua importância no campo da saúde e, levando em consideração que o homem pode sofrer por patologias provenientes tanto de um como do outro sistemas, os dois são importantes para a epidemiologia. A doença, ou qualquer coisa anormal que tenha relação com a saúde, é o resultado da inexistência, insuficiência ou ineficácia dos mecanismos de adaptação, quer do indivíduo quer do grupo ao que pertença.

Tanto o ecossistema como o antropossistema podem ser estudados de acordo com as técnicas da Teoria Geral de sistemas porque cada um deles constitui em si um conjunto de elementos interrelacionados e interdependentes que atingem, mediante diversas funções, um objetivo determinado. Sintetizada sob uma forma elementar, esta metodologia estuda os insumos materiais, energéticos e informáticos, seu percurso dentro do próprio sistema, mudanças e alterações, aproveitamentos, reciclagem e eliminação, servindo tudo isso para atingir o objetivo do sistema.

Systèmes écologiques et santé humaine (Résumé)

Sous l'angle écologique, l'histoire de l'humanité peut être ramenée à trois activités qui appartiennent en propre à l'espèce humaine: la non-acceptation des conditions naturelles de l'environnement et leur remplacement par des conditions propices aux intérêts de l'individu; l'emploi de diverses sources d'énergie à des fins qui ne sont pas directement alimentaires; enfin la transmission, de génération en génération, de l'expérience accumulée. Autant d'activités qui se soldent par la transformation, voire la complète disparition, des écosystèmes. Mais l'homme ne s'est pas borné à les modifier, il les a aussi remplacés par un anthroposystème distinct et même antagonique de ceux que crée la nature. L'écologie humaine tend au premier chef à l'anthroposystème tandis que l'écologie générale s'intéresse essentiellement à l'écosystème. En revanche, l'écologie de la santé est, en essence, une discipline qui tient compte des deux systèmes bien que, dans la pratique, elle vise essentiellement au bien-

être de l'individu. Tout facteur écologique répercute sur la salubrité. De plus, l'homme pouvant souffrir de maladies dues à l'un et l'autre systèmes, ceux-ci sont importants pour l'épidémiologie. La maladie, ou toute anomalie de la santé, est causée par l'absence, l'insuffisance ou l'inefficacité des mécanismes d'adaptation tant de l'individu que du groupe auquel il appartient.

L'écosystème aussi bien que l'anthroposystème peuvent être étudiés selon les techniques de la Théorie générale des systèmes puisque l'un et l'autre comportent un ensemble d'éléments interactifs et interdépendants qui, par le truchement de diverses fonctions, remplissent un objectif déterminé. De façon très schématique, on peut dire que cette méthodologie étudie les intrants matériels, énergétiques et informatiques, leur trajet à l'intérieur du système, leurs changements et leurs utilisations, leur recyclage et leur élimination, le tout au service de l'objectif fondamental du système.