

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ZARAGOZA

U. N. A. M.

UN NUEVO ENFOQUE SOBRE EL ESTUDIO DE LA
INTERACCION NATURALEZA-SOCIEDAD: EL ENFOQUE
DE LA TEORIA GENERAL DE LOS SISTEMAS

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A

ALEJANDRO VILLASEÑOR BECERRA

MEXICO, D. F.

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

	Páginas.
Resumen.	1
I. Introducción.	4
1.1. La interacción Naturaleza-Sociedad como sistema.	
1.2. Hacia una ciencia de la interacción Naturaleza-Sociedad.	
1.3. Objetivo del trabajo.	
II. Antecedentes.	10
2.1. Periodización de la interacción Naturaleza-Sociedad.	
2.2. Contribuciones al estudio de la interacción Naturaleza-Sociedad.	
2.2.1.1. Uso múltiple del ecosistema.	
2.2.1.2. Rendimiento máximo sostenido.	
2.2.1.3. Modelo básico para el uso de los recursos naturales.	
2.2.1.4. Modelo de desarrollo global.	
2.2.2. El proceso de producción como herramienta conceptual para estudiar la interacción Naturaleza-Sociedad.	
2.2.3. El enfoque de sistemas como herramienta conceptual, para estudiar la interacción Naturaleza-Sociedad.	
2.3. Consideraciones para estudiar la interacción Naturaleza-Sociedad en este trabajo.	
III. Método.	29
3.1. Propósito de usar el método axiomático.	
3.2. Ventaja de usar el método axiomático.	
3.3. Características del método axiomático.	
3.3.1. El axioma.	
3.3.2. Propiedades que debe tener el sistema axiomático obtenido.	
3.3.3. Sumario.	
IV. Resultados.	34
4.1. Modelo global e integral sobre la interacción Naturaleza-Sociedad.	
4.1.1. Construcción del modelo.	
4.1.2. Resultados.	
4.2. Axiomas, teoremas y modelos matemáticos.	

- 4.2.1. El axioma o premisa básica de este trabajo.
- 4.2.2. Teorema (4.2.1).
- 4.2.3. Variedad biológica.
- 4.2.4. Variedad sociológica.
- 4.2.5. Construcción del Índice biosociológico.
- 4.2.6. Teorema (4.2.6.1).
- 4.2.7. Relación entre la variedad biológica y la energía.
- 4.2.8. Relación entre la variedad sociológica y la energía.
- 4.2.9. Construcción del Índice biosocioenergético.
- 4.2.10. Teorema (4.2.10.1).
- 4.2.11. El proceso de producción.
- 4.2.12. Componente cognoscitivo.
- 4.2.13. Construcción del proceso biosociocognoscitivo.

V. Conclusiones.	80
Glosario.	83
Apéndice de regulación y control.	85
Apéndice de teoría general de los sistemas.	101
Bibliografía consultada.	107

P R E F A C I O

El propósito para realizar esta tesis, surgió de la exposición de la problemática para describir el comportamiento de la interacción Naturaleza-Sociedad (N-S) como sistema. Esta exposición la realizó el biólogo Eliseo Cantellano de Rosas en la asignatura de Economía y Administración, que se imparte en la carrera de la licenciatura en Biología en la E.N.E.P. 2. Campo II).

Al finalizar el semestre 82-II seguí trabajando sobre esta problemática ya que según el expositor, todavía no se realizaba un trabajo con un carácter de globalidad sobre la interacción N-S; pues los autores dedicados a este tema caían en un reduccionismo. Así me introducí en el estudio de las ciencias sociales, y leí el libro de Antropología Cultural de Herskovits, a la vez que terminaba mi anteproyecto de tesis sobre microbiología ecológica.

En el semestre 83-I se presentó en la ENEP Zaragoza, (Campo II) Víctor Manuel Toledo, uno de los autores dedicados al estudio de la interacción N-S como una totalidad, al terminar su exposición Toledo, el profesor Cantellano le planteó la posición de la escuela ante esta problemática y el empleo del enfoque de sistemas como un medio para resolver este problema. La respuesta que dió Toledo no me satisfizo, ni tampoco al profesor Cantellano. Cuando intercambiamos impresiones con él y le hice algunas observaciones sobre el libro de Herskovits y cómo lo podríamos aplicar a la problemática de la interacción N-S, el profesor me invitó a realizar mi tesis sobre este tema, lo cual acepté con gusto.

El primer problema que se presenta al abordar el estudio de la interacción N-S como un sistema, es precisamente que esta interacción se está estudiando como un sistema, y esto es lo que más cuesta entender. Siendo el concepto de sistema o de totalidad cuando se aplica a la interacción N-S, la principal barrera, además de la personalidad de cada investigador, para describir y explicar el comportamiento de la interacción N-S. Entonces esta dificultad nos llevó a plantearnos un objetivo, el cual tuviera el carácter de totalidad.

Un segundo problema sobre este tema, pero de menor grado que el primero, fué avocarnos en el estudio de las ciencias sociales; pues aprovechamos nuestra formación biológica. Al estudiar las teorías y métodos de la psicología social, antropología, sociología, economía, administración, enfoque de sistemas y las tendencias que buscan su aplicación y otras. Siempre se tuvo el carácter de globalidad del objetivo, el cual, a manera de un filtro, nos permitió relacionar la información que leíamos, y de esta forma el objetivo permitió que no desviáramos conceptos y métodos, que aunque interesantes no eran útiles para alcanzar una descripción y explicación del comportamiento de la interacción N-S.

Una vez salteados los dos primeros problemas, nos habríamos formado un esquema conceptual de cómo podría ser la estructura y dinámica de la interacción N-S, y al fin me permitió percibir con claridad, porque los autores interesados en este tema - caían en una sectarización de la interacción N-S, porque algunos de ellos cuando los leía, me parecía que había alcanzado el objetivo que nos planteábamos. Así que me decidí por hacer un diagrama de efectos inmediatos, que integrara tanto elementos naturales como sociales. Aplicando a este diagrama la teoría de redes, encontré que las herramientas materiales y conceptuales, articulan a la Naturaleza-Sociedad, estos resultados

se los mostré al profesor Cantellano, quien me dió su visto bueno. Con este primer intento presentamos una ponencia en el Primer Foro sobre Políticas y Lineamientos sobre la Investigación en la ENEP Zaragoza (96).

No obstante, este primer intento era una parte de aquel esquema conceptual formado sobre la interacción N-S, vista como un todo. Entonces se presentó el siguiente problema, ¿cómo condensar y formalizar nuestro esquema conceptual?. Este problema me llevó con el profesor de matemáticas Alejandro González Origel, al cual le expuse mi problema, y fue así como revisé y estudié el método axiomático, el cual encontré aplicado en el trabajo de Albert Einstein (23) en su libro "La Relatividad", y confirmaba lo que habla platicado con el profesor González Origel.

La importancia del tema radica en que hasta la actualidad, no se ha realizado un trabajo que describa y explique el comportamiento de la interacción N-S. Esto implica que las decisiones tomadas sobre la interacción N-S, como conjunto sean parciales; esto es, que parten de un criterio ecológico o uno económico - por ejemplo, y no de un criterio basado en axiomas, teoremas correspondientes a la interacción N-S. Entonces es necesario desarrollar un cuerpo de conocimientos sobre la interacción N-S, que sean originados a través de una acción totalitaria de esta interacción. Este cuerpo de conocimientos sirve de apoyo en la toma de decisiones relacionadas con dicha interacción, tales como: el efecto de la tecnología, el cambio de tenencia de la tierra, la evolución de los valores culturales, la disminución de la diversidad biológica, etc.

La realización de este trabajo, no hubiera sido posible sin la visión clara e inquisitiva del profesor Eliseo Cantellano de Rosas, quien me dirigió acertadamente y con paciencia. Sin la

influencia formadora y duradera del profesor Cantellano, hubiera hecho una tesis, pero, casi con seguridad no una tesis sobre la interacción N-S.

Doy gracias al profesor Cantellano, a quien estimo y admiro. - Asimismo, agradezco al profesor Manuel F. Rico y al profesor - Alfredo Alcántar su actitud para conmigo, ya que ésta generó en mí, la confianza necesaria para seguir en un tema, "de en cendidas de foco".

Alejandro Villaseñor Becerra.

RESUMEN

La interacción Naturaleza-Sociedad (N-S) es un sistema, con elementos naturales y sociales interaccionando y que presentan como conjunto procesos característicos, todo lo cual, genera estabilidad durante un intervalo de tiempo (33, 55, 92). No existe hasta la actualidad un cuerpo de conocimiento que describa y explique el comportamiento de la interacción N-S como sistema (97). Por lo tanto, se requiere de una ciencia de la interacción N-S, la cual debe cumplir con: a) el carácter de globalidad o sistema; b) de integralidad y c) un fundamento energético (98). Entendiendo por carácter energético flujos de materia, energía e información (42). El objetivo de este trabajo es contribuir a la formación de la ciencia de la interacción N-S, a través del estudio de teorías y métodos de las ciencias naturales y sociales, empleando el método axiomático para condensar y formalizar el esquema conceptual así formado, y el enfoque de sistemas como herramienta conceptual de análisis no reduccionista de situaciones complejas, como es el caso de la interacción N-S.

Los estudios que se han realizado sobre la interacción N-S como sistema, presentan diferentes modalidades, algunos son una extensión de la teoría que conforma cada disciplina (17, 37) -- otros emplean el proceso de producción (33, 92) y un tercer tipo emplea el enfoque de sistemas (3, 13, 71). Sin embargo estos estudios no cumplen con las características que debe tener la ciencia de la interacción N-S.

Por medio del objetivo planteado aquí en este trabajo, se obtuvieron los siguientes resultados: a) un modelo global e integral de factores ecológicos y sociales, b) un axioma y tres teoremas, c) el Índice biosociológico, d) el Índice biosocio--

energético y e) el proceso biosociocognoscitivo.

Las conclusiones a las que se llega en este trabajo son:

- a) Que las herramientas materiales y conceptuales articulan la sociedad con la naturaleza.
- b) Que la variedad sociológica es función además del número de individuos, también de la energía, información y herramientas materiales (E.I. hm). Por tanto, un grupo pequeño puede tener mayor variedad sociológica, que un grupo mayor en número según el empleo de E.I. hm., también se encontró que, durante el desarrollo de los grupos informales, al alcanzar la variedad sociológica máxima, surge la organización formal. Lo que explica, que según el empleo de la E.I. hm. será el tipo de desarrollo del grupo y el tipo de organización formal, por lo que los grupos pueden pasar a un tipo de sociedad intermedia a la esclavista y feudalista, sin pasar necesariamente por este tipo de sociedades.
- c) El efecto de la variedad sociológica sobre la variedad biológica del ecosistema puede evaluarse con el Índice biosociológico.
- d) El índice biosocioenergético puede emplearse para conocer el momento en el cual un aumento en la variedad total del sistema interacción N-S, no genera los mismos beneficios que al inicio de su desarrollo.
- e) Se presentan cuatro casos durante el desarrollo de la interacción N-S: a) permanece el ecosistema, b) se forma una ciudad, c) presenta un punto de equilibrio estable y d) se presenta un punto de equilibrio inestable.
- f) El componente cognoscitivo es un subsistema, un regulador y una variable esencial. Dependiendo del tipo de desarrollo de este componente, será el desarrollo de la interacción N-S, y que durante el desarrollo de la interacción N-S se pre-

sentarán dos tipos de flujos de información: a) extracognosc
tivos y b) intracognoscitivos.

1. INTRODUCCION.

1.1 La interacción Naturaleza - Sociedad (N-S) como sistema.*

En los estudios sobre la problemática de la interacción N-S, es común señalar, que es un trabajo que requiere de un estudio integral. Partiendo de que la interacción N-S es un sistema o una totalidad, cuya descripción y explicación de su comportamiento es diferente del de cada una de sus partes (33, 55, 92, 97).**

Las bases para estudiar de manera no reduccionista la interacción N-S, son el enfoque de sistemas y el estructuralismo genético (30, 40, 74). Al primero pertenece Bertalanffy y otros (2, 42) y al segundo pertenecen Marx y Freud (30) y Piaget de forma explícita (40, 74). Estas dos bases son útiles para un tratamiento integrado de situaciones complejas, como es el estudio de la interacción N-S; pues en esta interacción, los factores naturales y sociales interactúan de manera que forman un todo, con atributos que no se pueden conocer con la simple suma de sus partes (8, 51, 87).

La problemática del estudio de la interacción N-S como sistema, requiere entonces de una articulación de las ciencias (55); -- pues se necesita de la articulación objetiva entre las partes que integran el sistema que se está estudiando. Sin embargo, el resultado de esta articulación no deberá ser la suma de los descubrimientos de cada ciencia particular (98). Como dice Larroyo (536) al hablar de las interdisciplinas "El conocimiento de la estructura del átomo, por ejemplo, ha venido a promo-

* Vid infra, Apéndice de teoría general de los sistemas.

** Vid. También. Fierro, S. 1983. La Economía y el Ambiente, - págs. 41-58. Frolov, I. 1983. Interpretación marxista-leninista del problema ecológico, págs. 14-26.

ver el origen de la fisicoquímica, que no es la suma de las leyes físicas y las leyes químicas, sino algo nuevo" (pág. 355).

Hasta la actualidad no se cuenta con el resultado de esta articulación, es decir, no existe ninguna ciencia que permita dar un enfoque global de la interacción N-S como sistema (97). Las ciencias llamadas exactas, naturales y sociales han logrado importantes avances (42) pero sus análisis tan específicos han reforzado la tendencia al parcelamiento de la realidad (81). El proceso de multiplicación de ciencias superespecializadas es relativamente reciente, pues data a fines del siglo pasado (98).

Esta parcialización de las ciencias no ha permitido la formación, de un cuerpo de conocimientos capaz de analizar la interacción N-S como sistema. Sistema en el cual las interacciones internas se modifican con el tiempo, aunque no de manera cíclica o por simple azar (97). Como señala Morin (67) el objetivo es "crear la ciencia de las interrelaciones, de las interacciones, de las interferencias entre sistemas heterogéneos, ciencia más allá de las disciplinas aisladas..." (pág.6).

1.2 Hacia una ciencia de la interacción N-S.

Son tres las características que se le asignan a la ciencia de la interacción N-S (la cual denomina Vitale (97, 98) Ciencia del ambiente): a) el carácter del sistema o totalidad*, b) su integralidad y c) su fundamento energético. Vitale indica que esta ciencia "fundamenta su enfoque integral en la existencia de un mundo interconectado" (pág. 14), y continua seña

* Vid infra, Apéndice de Teoría General de los Sistemas.

lando que a diferencia de otras ciencias, que pregonan un integralismo conceptual en sus aspectos teóricos y que en su práctica son divisionistas y separan cada vez más sus contenidos para hacerlos más profundos en su esencia y menos generales en sus orígenes, la ciencia de la interacción N-S integrará conocimientos y buscará explicar los fenómenos en toda su intensidad y magnitud. El carácter de sistema o totalidad de la ciencia de la interacción N-S, se hace notar en el hecho de que no puede estudiar un fenómeno aislado de su contexto. Su objeto de estudio son las relaciones que se establecen entre los factores o variables, y no ellos por sí mismos. El carácter energético es lo que Johansen (42) entiende por flujos de materia, energía e información, que se dan entre los elementos y entre los sistemas.

Entonces el objeto de la nueva ciencia no es sintetizar los progresos de cada ciencia particular, sino al contrario, será la reorganización de los conocimientos actuales y el uso de los avances actuales científicos, para analizar con criterio global el desarrollo de la interacción N-S. Los teóricos de la ciencia de la interacción N-S generarán conocimientos nuevos, por un lado, y a la vez orientarán, darán a conocer y sugerirán, a los especialistas de cada disciplina científica, determinadas investigaciones que coadyuvarán a una visión totalitaria de la interacción N-S (97).

La nueva ciencia estudiará a los grupos sociales, como parte inseparable de la interacción N-S. Ninguna de las ciencias actuales, incluidas las sociales, han podido comprender que el hombre está dentro de la interacción N-S (38) y que su evolución está condicionada por la naturaleza (98).

1.3 Objetivo del Trabajo.

Como se ha visto por lo anteriormente expuesto, se carece de una

ciencia de la interacción N-S, que contenga las características de: Globalidad o sistema, de integralidad y de energía. Por esta razón, el propósito fundamental de este trabajo, es contribuir a la elaboración de este cuerpo de conocimientos, a través del estudio de las teorías y métodos de las ciencias naturales y sociales. Manteniendo siempre presente y como guía las tres características señaladas por Vitale (98), para este nuevo cuerpo de conocimientos. Para condensar y formalizar el esquema conceptual así formado, se emplea el método axiomático (cfr. Larroyo (53a); L. Wilder (49); Nicanor (69) y R. Newman (85). Y el enfoque de sistemas se emplea, como herramienta de análisis no reduccionista de situaciones complejas (2, 8, 87*), como es el caso de la interacción N-S, donde los aspectos ecológicos, tecnológicos, sociales, económicos y políticos están íntimamente unidos, definiéndose y redefiniéndose mutuamente como un sistema, cuya estructura y dinámica no se puede conocer por medio de la suma de cada una de sus partes (51, 87).

El carácter del objetivo es entonces teórico, debido a la naturaleza del campo de estudio que se está abordando, esto es, el de la interacción N-S como sistema. Que requiere del estudio de las teorías y métodos de las ciencias sociales y naturales, de los intentos que se han realizado para estudiar la interacción N-S como sistema y del empleo de los elementos arriba mencionados. Para que a partir de todos estos requisitos, se genere un esquema conceptual de la interacción N-S como sistema. Del esquema conceptual así formado, se extraerán las premisas básicas o axiomas, a partir de las cuales se construirá parte del cuerpo de conocimientos que describa y explique el comportamiento de la interacción N-S como sistema. La verificación de este cuerpo de conocimientos, será realizado en un trabajo posterior a este.

*Vid. También. Johansen, B.: Introducción a la Teoría General de los Sistemas, todo el texto.- Schoderbeck, et al.: Management Systems, todo el texto.

BIBLIOGRAFIA.

2. Ashby, W.: *Introducción a la cibernética*, Nueva Visión, - Buenos Aires, 1977.
8. Bertalanffy, L.: *Teoría general de los sistemas*, F.C.E., - México, D. F., 1976.
30. García, R. 1983. *Principios conceptuales y metodológicos de proyectos interdisciplinarios para la gestión ambiental*. Gaceta UNAM., Nov.
33. Guerasimov, I. y otros.: *La sociedad y el medio natural*, - Progreso, Moscú, 1983.
38. Hurtibia, J. 1979.: *La evolución del pensamiento ecológico*. Proyecto CEPAL/PNUM. Seminario regional, Santiago de Chile, Nov.
40. H. Favell.: *La psicología evolutiva de Jean Piaget*, Paidós, México, D.F., 1983.
42. Johansen, B.: *Introducción a la teoría general de los sistemas*, Limusa, México, D.F. 1982.
49. L. Wilder. 1976.: *El método axiomático*. En *sigma*, El mundo - de las matemáticas, Grijalvo, Barcelona, 1976.
51. -----.: *Los todos y las partes*, F.C.E., México, D.F. 1981.
- 53a. Larroyo, F.: *Filosofía de las matemáticas*, Porrúa, México, D.F., 1976.
- 53b. -----.: *La lógica de las ciencias*, Porrúa, México, D.F. 1979.
55. -----.: *Biosociología y articulación de las ciencias*, UNAM. México, D.F., 1981.
67. Morin, E.: *Ecología y revolución* (op.cit. por Vitale, L.: - *Hacia una historia del ambiente en América Latina*, Nueva So- ciedad/Nueva Imagen, México, D.F., 1983.
69. Nicanor, U.: *Filosofía de la ciencia y metodología científí- ca*, Dedel de Bromer, 1981.
74. Piaget, J.: *Biología y conocimiento, Siglo XXI*, México, D.F., 1983.

85. R.Ncuman.: *Matemáticas, Verdad, Realidad*, Grijalbo, España, 1969.
87. Schoderbeck y otros.: *Management Systems, Business Publications*, U.S.A., 1980.
92. Toledo, V. 1980. *La ecología del modo campesino de producción. Antropología y Marxismo*. Abr-Sep.
97. Vitale, L. 1980. *Ciencia del Ambiente*. Nueva Sociedad. Nov-Dic.
98. -----.: *Hacia una historia del ambiente en América Latina*, Nueva Sociedad/Nueva Imagen, México, D.F.1983.

11 ANTECEDENTES.

2.1 Periodización de la interacción N-S en América Latina.

Vitale (98) hace un estudio histórico de la interacción N-S en América Latina, tomando en cuenta que este estudio debe cumplir con las características de: totalidad o sistema, integralidad y energía. Características que Vitale señala debe tener la ciencia de la interacción N-S o Ambiente. De este estudio se hace el siguiente sumario:*

- a) Se necesita un enfoque totalizante para esbozar una nueva periodización de la historia latinoamericana. El problema es que toda periodización conduce a formas variadas de unilateralidad, máxime si se trata de enfocar globalmente naturaleza y sociedad humana. Toda periodización establece un corte cronológico, dejando la falsa impresión de que pueblos, como los indígenas, dejaron de existir con la colonización. La verdad es que las culturas aborígenes no terminan con la conquista española ni durante la represión de la república de los criollos, sino que han sobrevivido hasta la actualidad en sus ecosistemas.
- b) Una historia de la interacción N-S debería considerar una primera fase, preexistente a los grupos sociales, constituida por el surgimiento del continente americano. Este período que se puede denominar el medio natural antes de la aparición de los grupos sociales comprende las primeras formaciones geológicas, el clima, los ríos y lagos, la flora y la fauna, hasta la llegada de los grupos sociales al continente en el cuaternario tardío, es decir, aproximadamente -

*Cfr. Vitale, L.: Hacia una Historia del Ambiente en América Latina, págs. 23-24.

unos cien mil años.

c) Una segunda fase de la historia de la interacción N-S, se inaugura con los pueblos recolectores, pescadores y cazadores. - Abarca a partir de la formación de las primeras comunidades - en América Latina hasta alrededor de unos 3000 años antes de nuestra era. Esta fase podría llamarse la era de la integración de los grupos sociales a los ecosistemas.

d) La tercera fase comienza con la revolución neolítica de los - pueblos agroalfareros y minerometalúrgicos, que alcanzan su culminación en las altas culturas americanas: maya, inca y - azteca. Este período podría nombrarse las altas culturas abo- rígenas y el comienzo de la alteración de los ecosistemas la- tinoamericanos.

Si la historia se hubiera detenido en la segunda fase de esta- periodización propuesta por Vitale, en la actualidad no existi- ría preocupación por estudiar la interacción N-S; pues en esta fase los grupos sociales se apropiaban de los ecosistemas, sin afectar la autorregulación de los ecosistemas. En esta fase, las necesidades de la caza y de la pesca llevan a una determi- nada forma de cooperación, tanto en la recolección como en la distribución de alimentos. Los incentivos para trabajar no - eran para obtener ganancias materiales o económicas. Los gru- pos sociales no buscaban salvaguardar su interés individual en la adquisición de posesiones materiales, sino más bien de obte- ner la buena voluntad social (36, 68).

Esta segunda fase está descrita en La Política de Aristóteles* de la siguiente manera: "Poco más o menos, tales son los géne-

*Aristóteles. La Política, Nacional, México, D.F., 1976.

ros de vida de los pueblos que todavía no conocen más que su trabajo individual, sin pedir sus medios de subsistencia al comercio ni a los cambios: son nómadas, agricultores, salteadores, pescadores, cazadores. Los que saben combinar estos diferentes modos de vivir alcanzan un relativo bienestar, como les sucede a los que a la vida nómada agregan el pillaje, y a los que añaden a la agricultura la caza y otros medios que impone la necesidad" (pág. 19).

Es del paso de la sociedad recolectora (segunda fase), a la sociedad agrícola (tercera fase) registrado en Europa y Asia en el año 10000 a.c. (6) y en América hacia el año 4000 a.c., aproximadamente, cuando comenzó la alteración de los ecosistemas (98). Es en éste período señala Vitale (98), que los grupos sociales introducen cambios importantes en los flujos energéticos y que el inicio de la producción agrícola permitió cierto control de la transferencia de energía. Continúa señalando que, los disturbios ecológicos generados por los anteriores grupos sociales recolectores, fueron menores cuando se les comparan con los causados por los grupos sociales y sus animales domésticos una vez que la revolución agrícola se hubo puesto en marcha.

Es entonces a partir de la tercera fase denominada las altas - culturas aborígenes y el comienzo de las alteraciones de los ecosistemas latinoamericanos, cuando el desconocimiento de la interacción N-S se hace un problema. Este problema se agudiza, cuando en la actualidad se tiene una crisis ecológica aunada a problemas sociales (9, 93), y además las ciencias se han superespecializado.

El conocimiento de la estructura y comportamiento de la interacción N-S, es un objeto de estudio con características pro-

pias, diferente de cualquier objeto de estudio actual, sea este natural o social (55). El producto de estudiar este nuevo objeto de estudio, es la formación de un cuerpo de conocimiento o ciencia, que se diferenciará de las otras, al poseer las características de: totalidad o sistema, integralidad y energía. Esta última característica cabe enfatizarlo, es considerada como materia, energía, e información (42).

2.2 Contribuciones al estudio de la interacción N-S.

Los trabajos relacionados con la interacción N-S (13, 17, 19, 28, 38, 55, 78, 89, 92, 101)*, presentan diferentes modalidades, algunos son una extensión de la teoría de cada disciplina, otros emplean el proceso de producción, y un tercer tipo utiliza el enfoque de sistemas. Sin embargo, estos estudios no cumplen con las características que debe tener la ciencia de la interacción N-S.

2.2.1 Extensión de la teoría de las disciplinas actuales.

Aunque la interacción N-S constituye un objeto de estudio con características propias, los técnicos de las disciplinas actuales, realizan intentos por extender las teorías de sus propias disciplinas, buscando incluir otras variables de la interacción N-S (38). Variables que no han sido consideradas por la especialización que ha sufrido cada disciplina (97). No obstante, esta manera de estudiar la interacción N-S, no cumple --

*Vid Bibliografía, al final de este capítulo revise también las siguientes obras: Fierro, s. 1983 "La economía y el ambiente", - págs. 41-58. Guerasimov, I. et al. La Sociedad y el Medio Natural, págs. 3-13. López, J. 1982. Ecología y Sociedad, págs. 17-22. Odum, E.: Ecología, págs. 447-496. Odum, H.: Ambiente, Energía y Sociedad, todo el texto. W. Heimstra y H. McFarling.: Psicología Ambiental, todo el texto.

con las características de sistema y totalidad, integralidad y energía. Que debe poseer el nuevo cuerpo de conocimientos, el cual describa y explique el comportamiento de la interacción N-S como sistema. Esto se debe, a que se parte en principio de un enfoque reduccionista, implícito en las disciplinas actuales. Sin embargo, este esfuerzo por extender las teorías afines a cada disciplina, que se involucra en el estudio de la interacción N-S, logran un cierto grado de generalidad. Este grado de generalidad es mínimo, cuando se le compara con la globalidad, integralidad y la energía de la interacción N-S, vista con estas -- características desde un principio. A continuación se presentan, algunos de estos tipos de contribuciones.

2.2.1.1 Uso múltiple del ecosistema.

Margalef (59) y Odum (71), a partir del estudio del desarrollo del ecosistema, señalan que durante la sucesión autotrófica, la tendencia de los ecosistemas es una reducción de la producción primaria y un aumento de la biomasa (fig.2.2.1.1.1) Odum explica también que la tendencia de los grupos sociales, es una re -

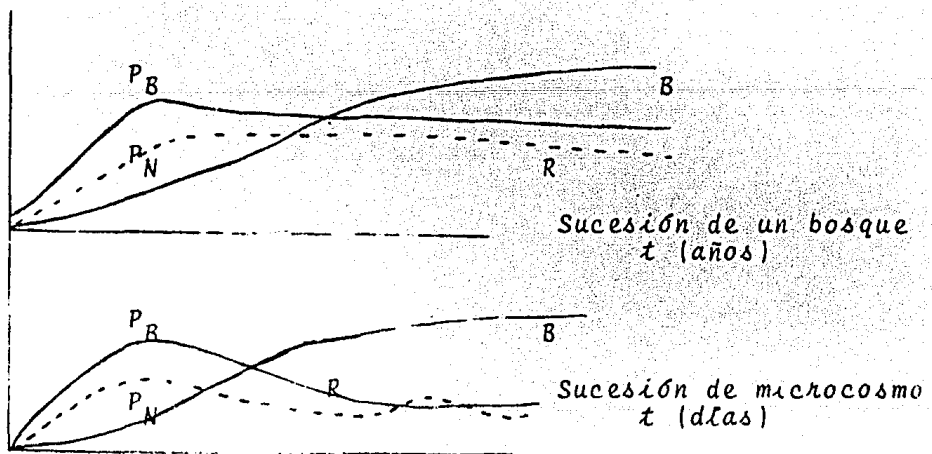


Fig. 2.2.1.1.1. Contraste de la energía de desarrollo del ecosistema en un bosque y en un microcosmo de laboratorio. P_B , Producción bruta; P_N , Producción neta; R , respiración total de la comunidad; B , biomasa total (71).

ducción de la biomasa del ecosistema para obtener un aumento en la producción. Estableciéndose una contradicción entre la naturaleza y la sociedad. De este análisis ecológico, basado en el desarrollo del ecosistema, se deduce entonces la estrategia de hacer un uso múltiple del ecosistema (34,71). En el análisis ecológico anterior se soslaya el factor sociocultural de la interacción N-S, a este respecto, Hurtibia (38) hace notar que de los factores de la interacción N-S, el menos estudiado por la ecología tradicional es el sociocultural. Que la mayoría de los ecólogos han hecho a un lado el análisis de la sociedad global humana, como si ésta no formara parte de los ecosistemas. Además los escasos ecólogos que han prestado atención al factor sociocultural, lo hacen en forma abstracta y a temporal (97), cuando en rigor debe ser estudiado en los grupos sociales en su período histórico respectivo, porque las diferentes asociaciones sociales han tenido un comportamiento distinto con relación a la naturaleza (98). En este punto Vitale (97) menciona que "No es lo mismo el papel de la economía, las clases sociales, el Estado, la cultura y la ideología en los modos de producción comunitario, asiático, esclavista y feudal que en el modo de producción capitalista" (pág.17).

2.2.1.2 Rendimiento máximo sostenido.

A partir del estudio ecológico de la cinemática de las poblaciones, se especifican dos tipos de crecimiento, uno exponencial y otro logístico (75, 76*). Bajo la suposición de que una determinada población biológica, es afectada por su nacimiento, se tiene el siguiente modelo logístico

$$dN/dt = rN (K-N)$$

2.2.1.2.1

* Cjr. Odum, E. Ecología, pág. 198-205.

donde (N) es la densidad, (K) es la máxima densidad poblacional y (r) es la tasa de reproducción específica de la población. Ahora como señalarla Vitale (98), con este "limitado campo conceptual" de la ecología (pág. 14), se introduce alguna variable de la interacción N-S que sea compatible con el modelo logístico. Este factor adicionado al modelo logístico, es la proporción de cosecha (h) por unidad de tiempo (15). Si la cosecha se considera constante entonces se tiene

$$dN/dt = rN (K-N) - h \quad 2.2.1.2.2$$

donde ahora además del hacinamiento, el incremento de la población es afectado negativamente por (h) la cosecha. Se puede hacer este modelo un poco más complejo, al considerar la hipótesis de la captura por unidad de esfuerzo. Esta hipótesis se describe bajo la suposición de que la captura por unidad de esfuerzo es proporcional a la densidad (15), esto es

$$h = qEN$$

donde (E) denota el esfuerzo y (q) es una constante, denominada el coeficiente de capturabilidad. Entonces la ecuación (2.2.1.2.2) toma la forma

$$dN/dt = rN (K-N) - qEN \quad 2.2.1.2.4$$

que es el modelo comunmente llamado, modelo de Shafer.

Es bien claro porque Vitale (97) habla de un limitado campo conceptual de la ecología, cuando este marco conceptual es llevado a describir y explicar el comportamiento de la interacción N-S como sistema. Pues los modelos (2.2.1.2.2.) y (2.2.1.2.4), soslayan los siguientes efectos por mencionar algunos:

- a) la estructura de edades de la población biológica.
- b) la proporción de sexos de esta población.
- c) la interacción de la población con otras poblaciones,
- d) la contaminación,
- e) un nuevo método de apropiación del recurso,
- f) el empleo de una nueva herramienta material.
- g) un cambio en el tipo de propiedad (privada, colectiva)
- h) algún estado psicológico como el de privación,
- i) la evolución de los valores culturales, y
- j) la emigración e inmigración social.

Una visión de la interacción N-S como sistema, permite percibir estos efectos adicionales, y conduce a la búsqueda de modelos - que aunque simples, describan y expliquen el comportamiento de la interacción N-S como sistema.

2.2.1.3 Modelo básico para uso de los recursos naturales.

Howe (37) en su libro titulado *Natural Resource Economics*, presenta un modelo básico para el uso de los recursos naturales. El propósito de Howe es establecer un marco conceptual que relacione la cantidad del recursos natural, la explotación, la producción de bienes a partir del recurso natural, y la utilización final de estos bienes.

El modelo siguiente representa dicho marco de trabajo. La primera relación representa la producción de bienes y servicios - finales, es decir, aquellos utilizados para el consumo, uso del gobierno, inversión o para propósitos de exportación y cuyo valor agregado constituye el producto nacional bruto (PNB):

$$PNB(t) = f(L_0(t), K_0(t), R_0(t), t) \quad 2.2.1.3.1$$

donde la función objetivo f representa la capacidad de producción de bienes y servicios finales de la economía nacional,

empleando trabajo ($L_0(t)$), bienes de capital ($K_0(t)$) y los re cursos naturales transformados ($R_0(t)$). t señala el tiempo y es incluido como un argumento separado de f para recordar que es tas relaciones cambian con el tiempo cuando la tecnología y -- otros factores cambian.

La siguiente relación representa la producción de bienes a partir de los recursos naturales de su lugar de origen, como los pescados desembarcados a partir de un banco de peces en el mar; madera a partir de un bosque de pino-encino; u pepitas de taco nita de depósitos de oro.

$$R_0(t) = g(L_1(t), K_1(t), S(t), t). \quad 2.2.1.3.2$$

aquí $S(t)$ representa la cantidad de recursos materiales presente en el periodo t . El trabajo ($L_1(t)$) y capital ($K_1(t)$) - dedicados para la producción de bienes a partir del recursos ma terial se consideran no disponibles para otros usos.

Finalmente los procesos a partir de los cuales puede aumentar - un recurso natural, como la exploración y refinamiento de la in formación geológica en el caso de minerales u la fertilización, control del fuego y plagas, reforestación en el caso de bosques. Se representan por la siguiente relación:

$$H(t) = h(L_2(t), K_2(t), S(t), t) \quad 2.2.1.3.3$$

La construcción del modelo concluye con la siguiente relación

$$S(t) = S(t-1) + H(t) - R_0(t) \quad 2.2.1.3.4$$

el cual simplemente representa, que la cantidad del recurso natu ral en un periodo final (t), está compuesto por la cantidad de - un recurso natural en el periodo anterior al final ($t-1$), más la adición a través del descubrimiento o crecimiento del recurso na tural en su lugar de origen.

Este marco conceptual propuesto por Howe (37), tampoco explica -

Los efectos citados en el caso 2.2.1.2 (Rendimiento máximo sostenido), por lo que este enfoque también es limitado para conocer la estructura y dinámica de la interacción N-S.

2.2.1.4. Modelo de desarrollo global.

Por medio del modelo de insumo-producto desarrollado por W. Leontief (102), él construye un modelo global del mundo, el modelo considera 15 regiones geográficas diferentes, cada una de ellas representada por una tabla de insumo-producto individual; y el conjunto de tablas aparecen ligadas por una red de flujos inter-regionales de productos (102).

La siguiente expresión representa el modelo de insumo-producto de una economía nacional

$$x - [Ax] = y \quad 2.2.1.4.1$$

y expresa las necesarias relaciones de equilibrio entre los niveles de producción de todos los sectores productivos de la economía (listados en el vector columna x) y las cantidades de sus respectivas producciones destinadas a la demanda final (listadas en el vector columna y). Estas relaciones de equilibrio dependen de la matriz de coeficientes técnicos de la economía A , o más exactamente del vector Ax , la cual representa los bienes y servicios utilizados en la producción de los productos incluidos en x . Sustituyendo los elementos de la ecuación $x - Ax$ y por su representación matricial (que describe una economía de tres sectores) se tiene

$$x - \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} x = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix} \quad 2.2.1.4.2$$

donde (x_1) es el sector agropecuario, (x_2) el sector industrial y (x_3) el sector de servicios. El hecho de que esta representación matricial incluya el sector agropecuario, no implica como señala Garbacik (29), que sea un modelo económico, ecológico; -

pues el modelo global de W. Leontief (102) no explica el efecto de que una determinada economía nacional, tenga determinados tipos de ecosistemas; no explica cual es el efecto en el espacio tiempo continuo de seguir un desarrollo global como lo describe su modelo con respecto a la homeostasis de los ecosistemas; no considera el efecto de la evolución de la organización formal e informal humana, ni tampoco considera los efectos señalados en la sección 2.2.1.2. por lo tanto las conclusiones a las que llega W. Leontief, señalando en primer lugar, cambios profundos sociales, políticos, estructurales dentro de los mismos países. Y en segundo lugar, cambios sustanciales en el orden económico mundial: como la estabilización de los mercados y estímulos a la exportación de artículos industriales por ejemplo. Emanan de una visión parcial de la interacción N-S, y no pueden emplearse para describir su comportamiento durante su desarrollo.

2.2.2. El proceso de producción como herramienta conceptual, para estudiar la interacción N-S.

El proceso de producción, es un concepto desarrollado dentro de un cuerpo de conocimiento denominado Economía Política (35, 50, 68) se entiende por proceso de producción, la interacción entre la actividad humana, las herramientas (materiales y conceptuales) y un fragmento de la naturaleza (lo que constituye el proceso del trabajo). Además incluye, la manera en que se reparten el trabajo y cooperan los seres humanos (55). Por esta razón, Leff (54) señala que el proceso de producción es un doble proceso, pues incluye el proceso del trabajo.

El proceso de producción es una herramienta conceptual, empleada en el estudio de la interacción N-S como sistema (54, 92)*

* Vid. También. Frolov, I. 1983. Interpretación marxista-leninista del problema ecológico, pags. 14-26. Guerasimov, I, et al.: La sociedad y el medio natural, pags. 3-13.

Sin embargo como advierte Toledo (92), el proceso de producción deja de lado, los procesos ecológicos característicos de cada ecosistema, que deben ser considerados en el estudio global de la interacción N-S como sistema. Entonces a partir del proceso de producción y de la consideración de los procesos ecológicos, Toledo construye un modelo integrador de factores ecológicos y económicos, el cual es criticado por Sandoval (86). Sandoval señala que el modelo de Toledo no considera los aspectos ideológicos, políticos y que su modelo niega una evolución de la interacción N-S. Esto último es un poco difícil de asimilar, ya que Toledo en su modelo integrador de factores ecológicos y económicos (fig. 2.2.2.1) describe la evolución de la unidad de producción campesina (u.p.c.).

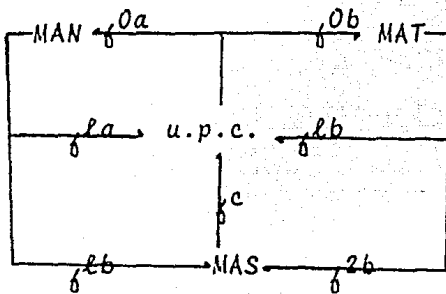


Fig. 2.2.2.1. Modelo integrador de factores ecológicos y económicos, de una unidad de producción campesina (u.p.c.). Donde u.p.c. realiza un esfuerzo -- ($0a, 0b$) para obtener bienes a partir del medio ambiente natural (MAN) y el medio ambiente transformado MAT. A partir del MAN y del MAT obtiene flujos materiales con valor de uso ($1a, 1b$).

La u.p.c. al estar articulada con el medio ambiente social (MAS) también genera flujos materiales con valor de cambio ($1b, 2b$) y la vez recibe flujos materiales con valor de cambio (3)

Lo que sucede es que, siendo el proceso de producción, un proceso dentro de la interacción N-S. Este proceso abarca algunos factores articuladores, de la estructura global de la interacción N-S vista como sistema. Al modificarse esta estructura global no de manera caótica o por simple azar (30), también se mo-

modifican sus procesos, en este caso el proceso de producción. En tonces, el modelo de Toledo no niega una evolución de la u.p.c. como indica Sandoval (86), lo que sucede es que no considera la evolución total de la interacción N-S, y esto se debe a que el proceso de producción aún modificado por Toledo no es suficiente para describir y explicar el comportamiento de la interacción N-S como sistema.

2.2.3. El enfoque de sistemas como herramienta conceptual, para estudiar la interacción N-S.

La ventaja de tener una visión global, es señalada en la Teoría de los Sistemas (42,87)* Tener una visión totalitaria de la tabla periódica de los elementos químicos, permitió inferir a partir de los elementos conocidos las características físicas y químicas que se podían esperar de los elementos faltantes (42). Una visión global permitió a Einstein (23), desarrollar la teoría de la relatividad generalizada, al mostrar que el continuo espacio-tiempo, no es un continuo euclidiano. De esta manera, formuló el siguiente axioma; "todos los sistemas de coordenadas de Gauss son, en principio, equivalentes para la formulación de las leyes generales de la naturaleza" (pag.130). En otras palabras, Einstein señala "El principio de la teoría de la relatividad generalizada se puede formular también de otra forma, que permite ponerlo de manifiesto mejor como una extensión del principio de la relatividad restringida. De acuerdo con el principio de la teoría de la relatividad restringida, las ecuaciones que expresan las leyes generales de la naturaleza se transforman en ecuaciones de la misma forma, cuando las variables espacio-temporales x, y, z, t , con respecto a un cuerpo de referencia galileano K , son sustituidas por las variables espacio-temporal x', y', z' y t' , con respecto a un nuevo cuerpo de referencia K' , utilizando la transformación de Lorentz. En cambio de acuerdo -

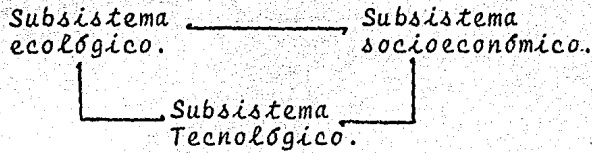
* Cfr. Bertalanffy, L.: Teoría general de los sistemas, todo el texto.

con la teoría de la relatividad generalizada, las ecuaciones - se deben transformar en ecuaciones de la misma forma, cuando - se ejecutan sustituciones cualesquiera de las variables de - Gauss x_1, x_2, x_3, x_4 , porque toda transformación (y no sólo la -- transformación de Lorentz) corresponde al paso de un sistema - de coordenadas de Gauss a otro sistema" (pag.130).

El enfoque de sistemas es una herramienta conceptual con la -- que se busca conocer la estructura y dinámica de la interacción N-S (3,4,13,38). Actualmente se habla de sistemas como una manera de justificar proyectos interdisciplinarios (55). Empero, -- aplicar el concepto de sistema a una situación compleja (como lo es la interacción N-S, donde los factores sociales, económicos, políticos, psicológicos, ecológicos, están interaccionando), es de suma dificultad; pues los grupos interdisciplinarios no garantizan un enfoque globalizante de la interacción N-S, porque cada especialista solo aporta un análisis parcial rescindiendo unilateralmente los componentes del sistema (98). Por otro lado, Bertalanffy (8) habla de la formación de científicos generalistas (aquellos que trabajan con sistemas) pero no se sabe como hacer un científico generalista (30). En este trabajo se considera, -- que para estudiar la interacción N-S como sistema, se requiere - de un objetivo que sirva como hilo conductor, para la formación de conceptos que cumplan con las características de totalidad, integralidad y fundamento energético (vid., pag.7).

Los intentos que se han realizado para estudiar la interacción - N-S como sistema, empleando el enfoque de sistemas (3,4,13,38), no cumplen con las características que según se ha visto atrás, propone Vitale (98) para el nuevo cuerpo de conocimiento de la interacción N-S. Recordando estas características son: a) Totalidad o sistema; b) integralidad y c) el fundamento energético - (esto es, los flujos de materia, energía e información).

Un modelo general, que describe estos intentos de estudiar la interacción N-S como sistema, es el siguiente



en donde la interacción N-S como sistema es dividida en subsistemas. Al hacer esta división se pierde la característica de -- globalidad, y de integralidad o interconexiones totales entre los elementos. Es decir, al sectarizar la interacción N-S como sistema, en subsistemas, se pierde en este procedimiento las -- interacciones totales entre los elementos o variables del sistema (42,96).

Los subsistemas no son un producto de una determinación arbitraria, sino surgen de especificar cuales son los elementos que -- componen el sistema, sin perder de vista sus posibles interrelaciones. Interrelaciones que se determinan al evaluar los atributos de los elementos, en un intervalo de tiempo específico -- (70). Una vez conocidos los elementos del sistema y sus interrelaciones, se puede dar el caso que uno de estos o más, sean -- objetos sinérgicos. A estos objetos sinérgicos encontrados así, se les denomina subsistemas (42).

2.3 Consideraciones para estudiar la interacción N-S en este -- trabajo.

Los resultados obtenidos del estudio de la interacción N-S como sistema, deberán cumplir con las tres características propuestas por Vitale (98), para el nuevo cuerpo de conocimientos que describa y explique el comportamiento de la interacción N-S. Esto es -- los resultados deberán cumplir con: a) totalidad o sistema; b) integralidad y c) fundamento energético.

La herramienta conceptual empleada en este trabajo, para obtener los resultados con las características arriba señaladas, será la Teoría General de los Sistemas, o sea, el cuerpo de conocimiento del enfoque de sistemas (45), y las tendencias que buscan su aplicación (42).

El método que se empleará para condensar y formalizar el esquema conceptual formado al seguir las indicaciones de los dos párrafos anteriores y del objetivo (vid., pág.7) será el método axiomático (49,85)*. El propósito de emplear este método, sus ventajas y características se mencionan en el siguiente capítulo.

* Cfr. Larroyo, F.: *Filosofía de las matemáticas*. págs. 201-207. Nicanor, U.: *Filosofía de la ciencia y metodología científica*. págs. 117-127.

BIBLIOGRAFIA.

3. Armijo, G. 1976. Ecodesarrollo como un proceso de transformación de ecosistemas. En Leff, E. (dir.): Primer simposium sobre ecodesarrollo organizado por la Asociación Mexicana de Epistemología, UNAM., Nov. 1976.
4. Armijo, G. y otros. 1982. Manejo integral de los recursos renovables. Ciencia y Desarrollo, Nov-Dic. # 47.
6. Braidwood, R. 1979. La revolución agrícola. En biología y cultura, Selecciones de Scientific American, H. Blumes, España, 1979.
8. Bertalanffy, L.: Teoría general de los sistemas, F.C.E., México, D.F., 1976.
9. Barkin, D. 1977. Desarrollo regional y reorganización campesina. Comercio Exterior, Nov.
13. Cano, J. y C. Byrnes. 1973. Adiestramiento en las ciencias sociales para profesionales en disciplinas agropecuarias: un enfoque integrado. En enseñanza e investigación en Sociología rural en América Latina. Rlo de Janeiro, 1973.
15. Clark, C.: Mathematical bioeconomics: The optimal management of renewable resource, Wiley Interscience publication, New York, 1976.
17. Cropper, L. 1979. The optimal extinction of a renewable natural resource. Journal of environmental economics and management, Mar.
19. C. Franke. 1971. The biologist, the psychologist, and the environmental crisis. BioScience. Mar.
23. Einstein, A.: La relatividad, Grijalbo, México, D.F., 1982.
28. Frolov, I.: 1983. Interpretación marxista-leninista del problema ecológico. En Guerasimov, I y otros.: La sociedad y el medio natural, Progreso, Moscú, 1983.
29. Garbacik, E. 1979. El proceso del crecimiento económico a la luz de la ley de la entropía. El trimestre económico, F.C.E. México, D.F. Abr-Jun.

30. García, R. 1983. Principios conceptuales y metodológicos de proyectos interdisciplinarios para la gestión ambiental. - Gaceta UNAM. Nov.
34. G. Franworth y B. Golley.: Ecosistemas frágiles, F.C.E., México, D.F. 1977.
35. Harnecker, M.: Los conceptos elementales del materialismo - histórico, Siglo XXI, México, D.F., 1982.
36. Hershkovits, M.: El hombre y sus obras, F.C.E., México, D.F., 1981.
37. Howen, H.: Natural resource economics, John Wiley, U.S.A., - 1979.
38. Hurtibia, J. 1979. La evolución del pensamiento ecológico. -- Proyecto CEPAL/PNUM. Seminario regional, Santiago de Chile, Nov.
42. Johansen, B.: Introducción a la teoría general de los sistemas, Limusa, México, D.F., 1982.
45. Kast, J. y Rosenzweig.: The theory and management systems, Mc Graw Hill, Tokio, 1973.
49. L. Wilder. 1976. El método axiomático. En sigma, El mundo de - las matemáticas, Grijalbo, Barcelona, 1976.
50. Lange, O.: Economía Política, F.C.E., México, D.F., 1981.
54. Leff, E. 1980. Ecología y capital. Antropología y Marxismo. -- Abr-Sep.
55. ----.: Biosociología y la articulación de las ciencias, UNAM. México, D.F., 1981.
68. Marx, K.: El Capital, Siglo XXI, México, D.F., 1980.
70. Orchard, R. 1978. Sobre un enfoque de la teoría general de los sistemas. En J. Klir.: Tendencias de la teoría general de los sistemas, Alianza Universidad, Madrid, 1978.
71. Odum, E.: Ecología, Interamericana, México, D.F., 1977.
75. Pianka, E.: Evolutionary Ecology, Harper and Row, U.S.A., -- 1978.
76. Pielou, E.: Mathematical Ecology, John Wiley and Sons., U.S.A. 1977.

78. Powers, E. 1979. Planning for optimal mix of agricultural - and wildlife land use. *J. Wildl. Manage.* Sep.
85. R. Newman. *Matemáticas, Verdad, Realidad, Grijalbo, España 1969.*
86. Sandoval, P. 1980. *Materialismo cultural y materialismo histórico en el estudio de la sociedad-naturaleza. Antropología y Marxismo. Abr/Sep.*
87. Schoderbeck y otros.: *Management Systems, Business Publications, U.S.A., 1980.*
89. Strauss, E.: *Metodología de evaluación de los recursos naturales para la planificación económica y social, serie 11 anticipos de investigación, ILPES, Santiago de Chile, 1972.*
92. Toledo, V. 1980. *La ecología del modo campesino de producción. Antropología y Marxismo. Abr/Sep.*
93. Toledo, V. 1981. *Crítica de la ecología política. Nexos. Nov.*
96. Villaseñor, A. y otros. 1983. *Un nuevo enfoque sobre la interacción Naturaleza-Sociedad: el enfoque de la teoría general de los sistemas (inédito).*
97. Vitale, L. 1980. *Ciencia del Ambiente. Nueva Sociedad. Nov-Dic.*
98. -----.: *Hacia una historia del ambiente en América Latina, - Nueva Sociedad/Nueva Imagen. México D.F. 1983.*
101. W. Berry.: *An ecological cultural perspective, John Wiley and Sons, U.S.A. 1976.*
102. W. Leontief. 1980. *La economía mundial en el año 2000. Scientific American. Nov.*

III. Método.

3.1. Propósito de emplear el método axiomático.

A partir de: a) los intentos que se han realizado para describir y explicar el comportamiento de la interacción N-S (vid.pag.9), b) de la revisión bibliográfica que se hizo (vid.pag.88), c) del empleo de la teoría general de los sistemas y de las tendencias que buscan su aplicación (42), y del objetivo propuesto en este trabajo (vid.pag.5), se aplicó el método axiomático. La finalidad de emplear el método axiomático, es condensar y formalizar el - esquema conceptual formado a través del juicio que se realizó so bre la interacción N-S tomando en cuenta los incisos anteriores. Entendiendo por juicio, como el instrumento que permite describir los nuevos conceptos de los objetos (en este caso el objeto es la interacción N-S), la esencia de las cosas y de sus relaciones (536). Se hace esta aclaración, porque como señala Larroyo (536), "a la función analítica del juicio se le ha dado muchas veces una versión equivocada. Partiendo de la idea de juicio, a título de un enlace de conceptos, ..." (o elementos) "... se ha creído que juzgar consiste a menudo en una nueva descomposición o análisis de las partes, ya conocidas, de que consta el concepto-sujeto." (pag.135). Más adelante Larroyo en la página 145, - resume el carácter de juicio señalando "... no es lógicamente - admisible hablar de juicios sintéticos absolutos al lado de - juicios analíticos absolutos: ni siquiera de una relativización de ellos. Todo juicio es portador en su función conceptualizadora del doble y correlativo carácter del conocer; unidad de la pluralidad, pluralidad de la unidad."

3.2. Ventaja de usar el método axiomático.

Como se puede inferir a partir de la sección final del párrafo anterior, la formalización del esquema conceptual de la interac-

ción N-S por medio del método axiomático, y formado a través del juicio considerando los incisos del párrafo (3.1), implica por el carácter del juicio (unidad de la pluralidad, pluralidad de la unidad) satisfacer las características que deberá poseer la ciencia de la interacción N-S que son: a) totalidad o sistema (unidad de la pluralidad) y b) integralidad (pluralidad de la unidad. La característica de energía (entendida como materia, energía e información) que también debe tener la ciencia de la interacción N-S (98), implica que la pluralidad de esa unidad es ocasionada merced a la materia, energía e información.

3.3. Características del método axiomático.

3.3.1. El axioma.

El intento de edificar un cuerpo de conocimiento por medio de conclusiones a partir de "axiomas" consiste en la así denominada axiomática, que se constituye de axiomas (69). (axioma procede del griego *axioun*, que significa "valoración positiva" y que puede equivaler a validez (1). En el *American Heritage dictionary*, axioma se define en lógica y matemáticas, como una proposición no demostrable relacionada con un conjunto de elementos, propiedades, funciones y relaciones indefinidas. Asimismo, se puede definir como un principio aceptado o evidente por sí mismo. La axiomatización pretende condensar una gran cantidad de información en unos pocos supuestos bases (53a).

Un axioma es un supuesto base que sirve para la deducción de otros enunciados a los que se denominan "teoremas" (consecuencias lógicas (69). Un ejemplo de sistema axiomático es el sistema geométrico de Euclides. Considérese en este momento el axioma de Euclides sobre las paralelas. Este axioma de la geometría se puede formular así: en un plano, por un punto exterior a una línea recta sólo puede pasar una paralela (49). Este axioma en la interpretación antigua es evidente, es decir, es una expresión para una parte del conocimiento a priori, o sea, para un conoci-

miento que no requiere pruebas. En el siglo XIX se desarrolló una geometría no euclidiana, en la cual se basó Einstein (23) para formular el axioma de la teoría de la relatividad generalizada en la cual no tiene validez el postulado de las paralelas. Esto quiere decir, ni más ni menos, que la geometría no euclidiana parte de otros axiomas y tiene otro sistema geométrico. Al respecto Einstein señala "Nuestro problema se planteó a los matemáticos en la forma siguiente. Si en el espacio euclidiano de tres dimensiones se encuentra dada una superficie, por ejemplo, un elipsoide, entonces sobre esa superficie de dos dimensiones, como la que existe sobre el plano.- Gauss se planteó el problema de tratar en principio esa geometría de dos dimensiones, sin aprovechar el hecho de que dicha superficie pertenece a un continuo euclidiano de tres dimensiones. Si imaginamos que sobre una superficie se realizan construcciones efectuadas por medio de varillas rígidas..." (continúa) "...entonces, para esas construcciones son válidas -- otras leyes diferentes a las de la geometría euclidiana del plano. La superficie del elipsoide no es un continuo euclidiano, con respecto a las varillas y, sobre ella, no es posible definir coordenadas cartesianas. Gauss demostró cuáles son los principios con base en los cuales se pueden tratar las relaciones geométricas sobre dicha superficie y, de esa manera, allanó el camino para que Reiman estableciera después el método para el tratamiento de los continuos no-euclidianos de cualquier número de dimensiones. Por consiguiente, las matemáticas ya han resuelto desde hace bastante tiempo los problemas formales a las que conduce el postulado de la relatividad generalizada"-(pág. 114).

De lo anterior se deduce que un axioma no es evidente en sí mismo, sino un enunciado o proposición que constituye la base de un sistema axiomático (53a), sino por su posición como "enuncia

do inicial" y básico de un sistema deductivo (53a, 49)*.

Un axioma es, por lo tanto, todo enunciado inicial del que se deduce por inferencia lógica otros enunciados. A los enunciados deducidos se les llama teoremas. Semejante tipo de deducción constituye "el método axiomático" (69, 85). Una teoría axiomatizada es una teoría deductivamente ordenada en axiomas (enunciados básicos) y teoremas según reglas de inferencia (53a, 105)*. Las reglas de inferencia o normas de razonamiento, llevan a conclusiones verdaderas cada vez que se parte de proposiciones verdaderas o admitidas (105).

3.3.2 Propiedades que debe tener el sistema axiomático obtenido.

Según Larroyo (53a), L. Wilder (49), Nicanor (69) y R. Newman (85), para que se de un sistema axiomático se requieren las siguientes propiedades:

Consistencia: el sistema axiomático debe estar libre de contradicción. No podrá darse ninguna contradicción.

Saturación: a saber, los axiomas serán bastantes, pero no superfluos, en la fundamentación de los teoremas.

Independencia: Los axiomas son independientes si ninguno de ellos es deducible de otro.

Formalización: sólo los matemáticos lógicos tienen en cuenta tal exigencia, los demás matemáticos proceden con mayor libertad e incluso sirviéndose de la inducción.

*Vid. Larroyo, F.: *La lógica de las ciencias*, págs. 333. Nicanor, U.: *Filosofía de la ciencia y metodología científica*, págs. 117, 127.

El formalismo consiste, en hacer abstracción del significado de los signos que se emplean para considerarlos en su forma lógica. El lenguaje que se constituye así, se le llama lenguaje formalizado. Un lenguaje formalizado es una forma especial de lenguaje escrito que emplea una serie lineal de signos y en el que las expresiones compuestas con una calidad finita de signos representan una serie de secuencias completas. Dentro del lenguaje formalizado sólo interesa la configuración de los signos. El simbolismo debe ser exacto. Un lenguaje formalizado funciona como un sistema de estructuras, como un sistema de signos y como algo lingüístico si ha sido interpretado, es decir, si está establecida una relación entre el sistema de signos y su sentido (69).

3.3.3 Sumario.

En resumen: Hay una fase inventiva (axiomas) y una deductiva - donde todo teorema tiene que demostrarse por uno anterior, y así sucesivamente hasta llegar a las axiomas. De esta guisa, - cada proposición se deduce de las proposiciones anteriores demostradas; no se acude a la evidencia directa de la proposición que hay que demostrar, o una afirmación particular que sirva - para la demostración, sino que se hace notar que esa proposición ó afirmación se contiene lógicamente en una proposición anteriormente demostrada o admitida. El sistema axiomático así - obtenido, deberá poseer las características de: a) consistencia, b) completitud, c) independencia y d) formalización.

Bibliografía.

1. American Heritage Dictionary, editor Marris, W., publicado por Houghton Mifflin Company, U.S.A., 1980.
23. Einstein, A.: La relatividad, Grijalbo, México, D.F., 1982.
42. Johansen, B.: Introducción a la teoría general de los sistemas, Limusa, México, D.F., 1982.
49. L. Wilder. 1976. El método axiomático. En sigma, El mundo de las matemáticas, Grijalbo, Barcelona, 1976.
- 53a. Larroyo, F.: Filosofía de las matemáticas, Porrúa, México, - D.F., 1976.
- 53b. -----: La lógica de las ciencias, Porrúa, México, D.F., 1979.
69. Nicanor, U.: Filosofía de la ciencia y metodología científica, Dedel de Brower, 1981.
85. R. Neuman.: Matemáticas, Verdad, Realidad, Grijalbo, España, - 1969.
98. -----: Hacia una historia del ambiente en América Latina, - Nueva Sociedad/Nueva Imagen, México, D.F., 1983.
105. Zubieta, R.: Lógica matemática elemental, Esfinge, México, D. F., 1977.

IV RESULTADOS.

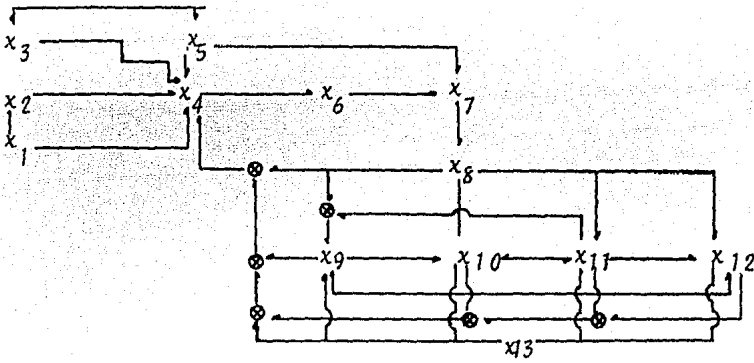
4.1 Modelo global e integral sobre la interacción N-S.

Un modelo global e integral sobre el estudio de la interacción N-S, se presentó en el primer foro sobre "Lineamientos, Políticas y Objetivos de la investigación en la División de Ciencias Sociales y Humanas" en la ENEP Zaragoza (96). El modelo fue construido, considerando las relaciones inmediatas entre los elementos sociales y naturales. La relación entre los elementos afectivo, cognoscitivo, conductual, valores culturales, normas sociales y estado emocional se pueden encontrar en Buckley (11), H. Favell (40), Klein (46), Marln (61), Triandis (95), Whittaker (95) y W. Heimstra y H. Mcfarling (103). La relación entre las herramientas materiales y conceptuales, con la manera con que se organizan los seres humanos, e interaccionan con algún recurso natural se puede encontrar en Harneker (35), (Herskovits (36), Lange (50), Marx (68), McClung (65), Runakunap y otros (83) y Vitale (98). Por último, la relación entre los elementos suelo, plantas, animales y clima, se puede encontrar en Colinvaux (16), E. Kowal (25), Kucera (48), Margalef (59) y Odum (71).

4.1.1 Construcción del modelo.

Considerando las relaciones entre los elementos: afectivo, cognoscitivo, conductual, valores culturales, normas sociales, estado emocional, herramientas materiales y conceptuales, organización humana, suelo, plantas, animales y clima, se construyó el siguiente modelo de efectos inmediatos*.

* vid., Glosario.



donde el símbolo, $\rightarrow \oplus \rightarrow$, representa un punto suma, y el símbolo, $\rightarrow \ominus \rightarrow$ es un punto de reparto [22]. En el modelo de efectos inmediatos (4.1.1.1), $\{x_1\}$ son las normas, $\{x_2\}$ los valores, $\{x_3\}$ el componente afectivo, $\{x_4\}$ el componente cognoscitivo, $\{x_5\}$ el estado emocional, $\{x_6\}$ las herramientas conceptuales, $\{x_7\}$ la conducta, $\{x_8\}$ las herramientas materiales, $\{x_9\}$ los grupos sociales, $\{x_{10}\}$ el suelo, $\{x_{11}\}$ las plantas, $\{x_{12}\}$ los animales y $\{x_{13}\}$ el clima.

Del modelo de efectos inmediatos (4.1.1.1) se puede elaborar la siguiente matriz:

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}
x_1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
x_2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
x_3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
x_4	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	4
x_5	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3
x_6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
x_7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
x_8	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	6
x_9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	4
x_{10}	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	3
x_{11}	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	3
x_{12}	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
x_{13}	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	5

donde la suma de los valores de cada fila, representa la influencia del efecto inmediato directo de cada uno de los elementos. - El máximo valor está asociado con el componente (x_8) que representa a las herramientas materiales. Entonces (x_8) es el elemento que ejerce mayor influencia directa sobre los otros elementos.

La matriz S^1 , al elevarla al cuadrado revela la influencia indirecta de cada uno de los elementos. Esto significa que un elemento influye sobre otro, por medio de un elemento intermedio. Por ejemplo, x_7 por medio de x_8 puede influir indirectamente sobre x_4 , x_9 , x_{10} , x_{11} , y x_{12} (vid., modelo de efectos inmediatos). La matriz cuadrada es la siguiente:

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	
x_1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6
x_2	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4
x_3	1	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	7
x_4	0	1	1	3	1	0	2	0	0	0	0	0	0	8
x_5	1	0	1	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	7
S^2 x_6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
x_7	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	6
x_8	1	0	1	4	1	1	0	1	3	1	2	2	0	17
x_9	1	0	1	3	1	1	0	0	3	0	1	1	0	12
x_{10}	1	0	1	2	1	1	0	0	1	1	1	2	0	11
x_{11}	1	0	1	4	1	1	0	0	3	1	2	2	0	16
x_{12}	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	8
x_{13}	1	0	1	4	1	1	0	0	3	1	2	2	0	16

donde la suma de los valores de cada fila, representan ahora la influencia del efecto inmediato indirecto de cada uno de los elementos. El valor máximo corresponde nuevamente al elemento (x_8) es el elemento que ejerce mayor influencia indirecta sobre los -

otros elementos.

La matriz S^2 , se puede elevar al cubo. De esta matriz cúbica, se puede conocer la influencia indirecta de cada elemento, empleando dos elementos como intermedios. Por ejemplo, x_4 puede influir en x_8 , a través de x_6 y x_7 (vid., modelo de efectos inmediatos). Otra particularidad de la matriz cúbica, es que en su diagonal, del extremo superior izquierdo al extremo inferior derecho. Se pueden reconocer aquellos elementos cuya presencia articulan los grupos de elementos afines. La matriz cúbica es la siguiente:

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	
x_1	1	1	2	3	2	1	2	0	0	0	0	0	0	12
x_2	0	1	1	3	1	0	2	0	0	0	0	0	0	8
x_3	1	1	2	4	3	1	2	1	0	0	0	0	0	16
x_4	3	0	4	3	4	3	1	2	0	0	0	0	0	20
x_5	1	1	3	3	2	1	4	0	1	1	1	1	0	21
x_6	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	6
x_7	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	6
x_8	4	1	3	14	5	4	3	0	3	4	6	7	0	61
x_9	3	1	4	10	4	3	2	0	4	3	4	5	0	44
x_{10}	2	1	3	10	3	2	2	0	6	1	3	3	0	36
x_{11}	2	1	3	7	3	2	2	0	3	1	2	2	0	28
x_{12}	1	1	2	6	2	1	2	0	3	0	1	1	0	20
x_{13}	4	1	5	13	5	4	2	0	7	3	5	6	0	55

S^3

La adición de los valores de cada fila, representan la influencia del efecto inmediato indirecto de cada uno de los elementos. El valor más alto está asociado nuevamente a las herramientas materiales (x_8). Además la matriz S^3 , señala dos grupos de elementos afines: a) las normas (x_1), los valores (x_2), el componente afectivo (x_3), y la conducta (x_7); b) los grupos sociales (x_9), el suelo (x_{10}), las plantas (x_{11}), los animales (x_{12}) y el clima (x_{13}).

El primer grupo de elementos (los del inciso a), son de carácter social y el segundo grupo de elementos son de carácter natural o ecológico. Y los componentes o elementos que articulan ambos grupos naturales y sociales son las herramientas materiales (x_8) y conceptuales (x_6).

4.1.2 Resultados.

Los resultados obtenidos, muestran una importancia enfatizada hacia las herramientas materiales, en cuanto su efecto inmediato directo e indirecto sobre los demás elementos. Y de las herramientas materiales y conceptuales como articuladores de los elementos naturales y sociales. Estos resultados, concuerdan, con la importancia que tienen las herramientas en el desarrollo de la sociedad humana Engels (24), Garbacik (29), Marx (68), - McClung (65), Herskovits (36), Runakunap y otros (83), y W. - Heimstra y H. McFarling (103).

Si las herramientas materiales y conceptuales, articulan a la naturaleza con la sociedad humana. Entonces el efecto de anular estas herramientas, implicarla el retorno de los grupos sociales a ser aquella especie biológica que surgió hace 2 millones de años (98). Esto concuerda con la interpretación histórica que se ha descrito *passium*; sobre el desarrollo de la sociedad human

na. Al respecto Vitale (98) describe, que los grupos sociales surgidos hace aproximadamente 2 millones de años, fueron cambiando su fase de *Homo ludens* con la de *Homo faber* y *sapiens*, hasta llegar a constituirse en un ente que biológicamente no ha presentado cambios esenciales desde hace varios cientos de años. - Sus transformaciones giran alrededor de los procesos sociales - y no de los biológicos (24).

Los grupos sociales, son resultado de la evolución de una rama de los primates, surgió provisto de órganos especializados como la mano de pulgar libre y opuesto a los otros dedos y un sistema nervioso y psíquico que le permitieron la fabricación de instrumentos y herramientas de trabajo (24). Esto junto al desarrollo del lenguaje, facilitó la supervivencia de los grupos sociales en el ambiente (104)*.

Zeman (104, en su artículo *Origen y Significado de la Información*, explica que la evolución de la sociedad humana en el principio depende por completo de la naturaleza, es víctima de sus caprichos y del principio de aumento de entropía (vid., apéndice de *Teoría General de los Sistemas*). Más por el hecho de que empieza a crear en su actividad de pensamiento y de trabajo, comienza como consecuencia a invertir el sentido de la entropía: comienza a ser la fuente de información, de la entropía negativa, de la organización. Mejora progresivamente su organización social, perfecciona la producción, inventa cifrados en información más perfectos para escrituras y otros sistemas de signos, crea medios de comunicación rápida y de masas para los mensajes. Transforma cada vez más profundamente la naturaleza y la convierte obra suya.

*Vid., también: Aristóteles: *La Política*, Nacional. México, D.F. - 1976; Serpell, R. 1980, *Lenguaje y Comunicación*. En Whittaker, J.: *La psicología social en el mundo de hoy*, Trillas, México, D.F. 1980.

Con el modelo de efectos inmediatos (vid., pág. 26), no se va más allá de lo que se ha descrito hasta la actualidad (24, 65, 68). Tiene la ventaja de mostrar la globalidad e integralidad de la interacción N-S, pero no puede explicar el comportamiento de la interacción N-S, debido a su carácter estático. Este -- carácter estático del modelo explica en un nivel de descripción la interacción N-S. Cuando esto ocurre, el modelo se torna normativo (88), es decir, a partir de él, se toman decisiones con respecto a la interacción N-S. Pero no se pueden tomar decisiones de carácter predictivo-cuantitativo, por ejemplo, acerca del efecto del nivel evolutivo de los valores culturales, y el efecto y la variación de la diversidad biológica en la interacción N-S como sistema. Sin embargo, se pueden hacer predicciones de tipo cualitativo. Por ejemplo, ¿cuál es el efecto, de que durante la evolución de los valores culturales, se vuelva importante la conservación de los ecosistemas?. En el modelo (4.1.2.2.1) se veía que éste valor cultural (x_2), influiría en el componente cognoscitivo (x_4), en el sentido de que forma parte del esquema conceptual (11, 58)*. Entonces la toma de decisiones del grupo, respecto a la conservación de los ecosistemas, se asociaría a una actitud de agrado, desagrado e indiferencia (x_3) y de estado emocional (x_5), que implicaría la elaboración de nuevos métodos (x_6) y de nuevas herramientas materiales (x_8) para organizarse (x_9) y actuar (x_7) sobre los ecosistemas (40, - 103)' El efecto de un cambio en el tipo de herramientas y de organización de los grupos sociales (50, 65, 68)**, se reflejaría en la diversidad ecológica (x_{11} , x_{12}), en la erosión del suelo (x_{10}) y en el microclima (x_{13}) (41, 40, 93). Lo cual sería per

* Vid. asimismo. H. Favell.: La psicología evolutiva de Jean - Piaget, págs. 71-90. Piaget, J. Biología y Conocimiento, Capítulos I, IV, V, VI y VII.

** Cfr. W. Heimstra y H. McFarling, Psicología ambiental, págs.16-17.

cibido por el grupo social y servirla de información para saber el grado de desviación del objetivo, el cual sería la conservación del ecosistema (40, 74, 101)*.

Estos resultados presentados en la ponencia para el Primer Foro sobre "Lineamientos, Políticas y Objetivos de la investigación en la ... (96), fue el primer intento para describir y explicar el comportamiento de la interacción N-S como sistema. Un mayor grado de maduración sobre el tema se presenta en la sección siguiente.

4.2 Axiomas, teoremas y modelos matemáticos.

En el capítulo III se habló de los axiomas y teoremas, en esta sección se mencionará brevemente la importancia de los modelos matemáticos, antes de presentar la premisa básica o axioma de este trabajo. Para comprender la naturaleza de los modelos matemáticos, se debe entender la naturaleza de la teoría matemática - (25). es decir, un cuerpo de conocimientos construido por el método axiomático (vid., cap. III, pág. 22). Se comienza con algunos conceptos no definidos, luego se proponen ciertos fundamentos entre ellos (25. 69, 85). Estos fundamentos son llamados -- axiomas de la teoría, entonces, a través de la deducción lógica, sin siquiera apelar a la experiencia, varias proposiciones, llamadas teoremas son obtenidas (25, 49, 69, 105). Aunque los teoremas no se refieran directamente al mundo real, pues son nuevamente consecuencias lógicas de los axiomas, estos representan conclusiones a cerca del fenómeno real (25). Al respecto Piaget -- señala, "Para conocer los fenómenos, el físico no se limita a --

* Vid. Buckley, W. 1978. La epistemología, vista a través de la Teoría de sistemas, págs. 219-236. W. Heimstra y H. McFarling, op it, pág. 114.

describirlos tal como aparecen, sino que actúa sobre los acontecimientos de manera que puede disociar los factores, hacerlos variar y asimilarlos a sistemas de transformaciones lógico-matemáticas. Se dirá que así los describe de nuevo, pero más profundamente, y que la matemática no es para él más que un lenguaje. Pero es mucho más que esto, puesto que sólo ella le permite estructurar lo real y deducir los fenómenos sin limitarse a comprobarlos; ahora bien, los deduce por medio de operaciones y de transformaciones ([grupos] [operaciones] etc.) que son también acciones, pero ejecutadas mentalmente; y estas acciones son inclusive tan importantes que el menor hecho físico no puede alcanzarse y formularse más que gracias a cuadros lógico-matemáticos (funciones, etc) que lo enriquecen al hacerlo asimilable por el espíritu. "(continúa) "Por lo que toca a las matemáticas mismas, no se reduce, de ninguna manera, a una descripción de lo real, aunque se adapten con exactitud; lo rebasan por todas partes - (las diversas formas de infinitos, de espacios, de funciones, etc.) y consisten en una teoría de todas las transformaciones posibles y no sólo de las reales". (pág. 7-8).

Interpretando la cita de Piaget, se puede resumir a que en el estudio de un fenómeno, se forma un juicio (vid., pág.21) al conocer los factores del fenómeno y asimilarlos a sistemas de transformaciones lógico-matemáticas. Que la aplicación de las matemáticas permite además de estructurar el fenómeno, deducir - características no observadas en el fenómeno debido a la falta de descripción más profunda, sólo lograda mediante transformaciones lógico-matemáticas. Es como señala Sócrates en el diálogo Fedón o del Alma, que nuestros sentidos nos engañan al no permitir descubrir la esencia de las cosas. Quiere decir, que para conocer la esencia de las cosas, se necesita de la asimilación perceptual de un fenómeno y de la modificación del esquema conceptual, a través de transformaciones lógico-matemáticas - -

(74, 101). En la modificación del esquema conceptual, se presentarán las premisas básicas (88), a partir de las cuales se deducen los teoremas y se construyen los modelos matemáticos, los cuales como señala Pianka (75) contribuyen al desarrollo de otros conceptos, como sucedió en Ecología con los conceptos de tasa de incremento, selección r y K , competencia interespecifica y la matriz de la comunidad.

Por último cabe señalar, que según la naturaleza del fenómeno de estudio y del grado de conocimiento que se tenga de éste, se rá (como se puede apreciar después de la lectura anterior), la complejidad del modelo matemático. Sin embargo, un modelo por simple que sea, permite las bases para la elaboración de modelos más sofisticados (76), tal es el caso de desarrollo que han seguido los modelos de dinámica poblacional en Ecología (cfr. Krebs (47), Kucena (48), Pianka (75), Pielou (76) y Odum (71).

4.2.1 El axioma o premisa básica de este trabajo.

En relación al objetivo planteado en la página 6 de este trabajo, y mediante el uso de la Teoría General de los Sistemas y del empleo del método axiomático, se obtuvo un axioma. A partir de este se deducieron los teoremas y se construyeron modelos matemáticos.

Un hecho aceptado por la literatura concerniente, con el tema tratado aquí, es que hay una interacción N-S (3, 13, 28, 33, 55, 71, 92, 98, 101)*. De esta manera, la afirmación y aceptación

* Vid. Bibliografía al final del capítulo y comparece también.-
 Fierro, S. 1983. La economía y el ambiente, pág.41-58. Frolov, I. 1983. Interpretación Marxista-Leninista del problema ecológico, págs.14-26. Guerasinov, I, et al. : La Sociedad y el Medio Natural pág. 3-13. Lopez J. 1982. Ecología y Sociedad, págs.17-22. W. Heimstra y H. McFarling, op cit, pág. 6

de que existe una interacción Naturaleza-Sociedad (N-S), es el axioma con el que se inicia la formación del cuerpo de conocimiento de la ciencia de la interacción N-S como sistema. El axioma es el siguiente.

"Hay una interacción entre la Naturaleza y la Sociedad" 4.2.1.1

el cual cumple con las características de ser un enunciado básico, y de ser aceptado (53a, 69, 85).

4.2.2 Teorema (4.2.2.1)

A partir del axioma (4.2.2.1) se deduce el siguiente teorema

Al incrementar la variedad sociológica, decrece la variedad biológica.* 4.2.2.1

es bastante la literatura que apoya a este teorema, así se tiene que Barkin (9), Colin vaux (16), Johannes (41), Margalef -- (60), McClung (65), Odum (71), Rappaport (81), Runakunap y -- otros (83), Rzedowsky (84) y Toledo (92, 93, 94) señalan, como los grupos sociales que interaccionan con los ecosistemas, alteran la variedad biológica.

4.2.3 Variedad biológica.

Vitale (98), al hacer una periodización histórica de la interacción N-S en América Latina, hace notar que las altas culturas abo

*Vid. Apéndice de regulación y control. Es de suma importancia, para la comprensión de este trabajo, entender el concepto de variedad. El concepto de variedad biológica, se emplea aquí en lugar de diversidad ecológica, con la finalidad de homogenizar el lenguaje usado en el trabajo.

rigenes son el comienzo de la alteración de los ecosistemas latinoamericanos. Explica que las perturbaciones ecológicas producidas por los grupos sociales recolectores fueron menores cuando se les compara con las causadas por los grupos sociales y sus animales domésticos una vez que la revolución agrícola se hubo puesto en marcha. Continúa diciendo que el sobre-pastoreo y la deforestación son por lo menos factores responsables de la desertización de gran parte del norte de África y de la extensión del gran desierto Than del oeste de la India. Con respecto al sobrepastoreo, Margalef (60) presenta el efecto de este, sobre la variedad biológica evaluada en bits. El cálculo de esta variedad biológica se basó sobre los pesos, es decir, el conjunto era el peso total y los subconjuntos las biomásas particulares de cada una de las especies. Las cifras que se obtuvieron son

	Area poco perturbada	Sobre Tierra removida por tejones
Pradera virgen	2.85	2.65
Pradera con exceso de pastoreo	1.75	2.54

en los cuales se observa una reducción de la variedad biológica, debido al factor sobrepastoreo.

Las prácticas agrícolas tienen una tendencia a eliminar sistemas ecológicos complejos (alta variedad biológica) y reemplazarlos por otros más simples (baja variedad biológica) (9, 81, 94). -- Comunidades de bosques y de prados (alta variedad biológica), que contienen muy diferentes clases de plantas y animales, son sustituidos por campos de monocultivo (baja variedad biológica) en los cuales los grupos sociales procuran excluir otras plantas o animales, generando con estas prácticas una reducción de

la variedad biológica (9, 71, 81, 94).

En el trabajo de Johannes (41), se puede asimismo observar el efecto de los grupos sociales sobre la variedad biológica. -- Johannes con el fin de hacer una reconstrucción histórica del grado de desforestación practicado por los pueblos del neolítico, llevó a cabo una investigación en un bosque de Dinamarca. -- Los restos arqueológicos se encontraban junto al polen, que es un notable instrumento de datación que permite identificar cada período de vegetación dominante; los datos que proporciona el estudio del polen, leídos por los ecólogos, permitieron obtener algunas conclusiones importantes. Los pueblos agrícolas comenzaron a talar, abriendo claros en el bosque. Los investigadores hallaron que el polen de los árboles rápidamente declina en ciertas regiones y se hallan en estos lugares un brusco incremento de polen de plantas herbáceas, así como la aparición de cereales y nuevas hierbas, notablemente el llantén. Muy pronto se presentó un nuevo desarrollo de especies arbóreas, que siguen al desmonte del bosque, tales como el sauce, álamo temblón y abedul. La presencia de abedul sugiere con certeza la idea de que los grupos sociales emplearon el fuego para ayudarse a clarear el bosque, -- porque sobre el suelo fértil los abedules suceden a un bosque mixto de robles sólo después de incendios. Mientras tanto, el desarrollo de la flora padeció un cambio radical y significativo, dominando las gramíneas, trébol blanco, acedera menor y -- otras plantas pratenses. Se puede imaginar el apacentamiento del ganado vacuno y ramoneo en praderas de hierbas limitadas -- por bosques achaparrados. Por último vino una tercera fase. Las gramíneas, abedules y avellanos declinan y un bosque de grandes árboles domina nuevamente. Los robles son ahora más numerosos que antes, pero el olmo y el tilo nunca recobran el auge que tenían en el bosque primitivo.

Nótese en el trabajo de Johannes (41), el efecto de los grupos sociales sobre la variedad biológica del ecosistema. Esta variedad biológica decrece al principio de la perturbación y finalmente aumenta cuando desaparece la fuente de perturbación. - Desde el punto de vista del desarrollo del ecosistema, Odum (71) describe la sucesión autotrófica del ecosistema, como la tendencia de la disminución de la producción primaria y el aumento de la biomasa (vid. fig. 2.2.1.1.1, pág. 10). Este aumento de biomasa implica un aumento en la variedad biológica (vid., Odum - (71), cuadro 9-1, pág. 279 y G. Farworth y B. Golley (34), pág. 165). Por otro lado los grupos sociales, al ir cambiando su organización social, al pasar de pueblos recolectores, cazadores, a pueblos agroalfareros que llegaron a formar las altas culturas - en latinoamerica (98). Durante esta transición, se gestaba la aparición del excedente económico (36). Aristóteles*, en La Política después de describir el valor de uso y el valor de cambio, dice "...el comercio al por menor no pertenece naturalmente a la ciencia de adquirir riqueza, es que el cambio no era posible antes hacerlo sino en la justa medida de las necesidades. - Quiere decir que en la primera asociación, la familia, el comercio al por menor era inútil; su necesidad no se dejó sentir hasta que la sociedad numerosa." (lo que implica un aumento de la variedad sociológica, como se verá más adelante) "En la familia todo era de todos; cuando fueron varias las familias, se estableció una nueva comunidad para objetos determinados, de los que se servirán todos según las necesidades, como lo hacen todavía muchas naciones bárbaras, cambiando objetos útiles por otros -- también útiles: por ejemplo, dando vino y recibiendo trigo, y - lo mismo otras cosas." (pág.22). Dentro de la cita se puede inferir, que al aumentar la complejidad de la organización social, se genera un excedente económico, lo que permite el intercambio comercial. Este excedente económico se facilitó, a raíz de la revolución agrícola, a partir de la cual las comunidades humanas redujeron la variedad biológica de los ecosistemas, para

*op cit., pág.

almacenar la energía solar en los tejidos animales y vegetales - comestibles (98). También el excedente económico se facilitó por el tipo de ecosistemas, debido a "...factores ecológicos que permitieron mantener los rendimientos agrícolas a niveles suficientemente elevados..." Leff (54:pág.68).

Resumiendo. Para obtener un aumento en la producción ($P\uparrow$), la -- tendencia de los grupos sociales es reducir la variedad biológica, que a su vez les permite un determinado excedente económico. En el caso contrario, la tendencia de los ecosistemas en su desarrollo, es disminuir la producción ($P\downarrow$) y aumentar la variedad biológica (vid., uso múltiple del ecosistema en la pág.14) por lo que se genera una contradicción. Entonces con una visión ecológica y considerando que los grupos sociales están integrados al ecosistema (pero sin considerar el factor sociocultural, vid., pág.11), se propone como estrategia para resolver esta contra - dicción, el uso múltiple de los ecosistemas (34,94). Por lo tan - to, la estrategia del uso múltiple del ecosistema, es un resul - tado que se origina de un estudio ecológico y difícilmente puede ser resultado de un estudio de la interacción N-S como siste - ma. La razón a este hecho, radica en un enfoque reduccionista de la interacción N-S como sistema. Pues así como el cuerpo de conocimiento de la geometría euclidiana no puede explicar la -- geometría de Riemann, tampoco el cuerpo de conocimiento de la -- ecología, puede explicar la interacción N-S como sistema. En -- otras palabras, lo que se quiere decir, es que los resultados - que emanen del cuerpo de conocimiento de la interacción N-S, de - berá ser diferente a los propuestos por cualquier disciplina, - incluyendo la Ecología (vid., págs.4-7). Porque por ejemplo, la Ecología forma su cuerpo de conocimiento, a partir del axioma - que dice, existe una interacción entre los seres vivos y el ambiente (14) y en cambio el cuerpo de conocimiento de la interac - ción N-S deberá formarse a partir del axioma que señala, la exis - tencia de una interacción entre la naturaleza y la sociedad.

Por lo tanto los teoremas o deducciones que se obtengan del axioma (4.2.1.1) deberán ser distintos a los de cualquier disciplina actual.

4.2.4 Variedad sociológica.

Para propósitos de este trabajo*, los grupos sociales forman dos tipos de organización: a) organización formal y b) organización informal (46, 64, 66). En determinados grupos sociales como, por ejemplo, en equipos de trabajo fabril, el comisariado de una unidad de producción campesina, la familia, la jerarquía religiosa, etc., las relaciones entre los individuos están, al menos parcialmente, establecidas formalmente (64). Mayntz (64) señala que por otra parte, se presentan relaciones que no se ajustan a ninguna norma ni a ningún plan de organización y que surgen espontáneamente sobre base voluntaria. Que lo mismo ocurre con grupos que no poseen ninguna estructura social formal diferenciada, ya sea porque han surgido en la más completa espontaneidad o porque se constituyeron en cuanto a grupo formalmente, pero no hubo lugar a una ulterior organización interna.

La organización informal de los grupos sociales, es evaluado por métodos sociométricos (31, 64, 66). La sociometría explica Moreno (66), "... nos ha enseñado a reconocer que la sociedad humana no es una ficción del espíritu, sino una fuerza real regida por leyes y por un orden que le son propios y que difieren radicalmente de las leyes y del orden que gobiernan los otros aspectos del universo. Por ello se hizo necesario inventar métodos llamados sociométricos, que permiten explotar y describir el dominio social." (pág. 83.) Puede considerarse la sociometría como la combinación de una teoría sobre la estructura informal de-

*Vid., la sección 6 del capítulo tres de: Mayntz, R.: Sociología de la Organización, Alianza Universidad, México, D.F., 1982.

las sociedades y los grupos humanos y un método para investigar esa estructura*.

La estructura de los grupos sociales informales, varía según el número de individuos y de los recursos disponibles como energía, información y herramientas materiales (46, 66). De tal manera que un grupo informal, puede presentar diferentes estructuras posibles. Al respecto se puede tomar por ejemplo, la estructura formal de una institución (familia, comisariado ejidal, etc.; se presentará una variedad siempre diversa de perfiles sociales de una profusión de estructuras sociales espontáneas y expansivas infinitamente pequeñas e infinitamente cambiantes, invisibles a simple vista y que, no obstante, tiene una extrema importancia para la estructura social macroscópica que abarca a todas (45, 66). Es al conjunto de todas las estructuras informales posibles, presentes en un grupo social, lo que se llama en este trabajo variedad sociológica.

4.2.5 Construcción del Índice biosociológico.

Con base al teorema (4.2.2.1), se construye el Índice biosociológico, las suposiciones que se hacen para su elaboración son: a) el grado de variedad sociológica de la organización informal es la que interacciona predominantemente con el ecosistema. Dicha variedad tiene como constricciones**, la organización formal, su esquema conceptual, las normas sociales, los valores culturales, los objetivos y el foco cultural. b) las diferentes combinaciones posibles entre los integrantes del grupo, corresponden a situaciones diferentes. c) no se consideran las in--

* S. Tímasheff.: La Teoría Sociológica, F.C.E., México, DF. 1984

** Vid; apéndice de regulación y control.

teracciones intergrupales, d) el incremento de la variedad sociológica es proporcional a la variedad sociológica inicial, - e) la estructura de edades del grupo es estable, f) que la - tecnología e información son constantes, g) la variedad bioló-gica del ecosistema no aumenta porque esta en el climax, y h) todas las demás variables se mantienen constantes.

Entonces bajo las suposiciones indicadas arriba, se propone el siguiente Índice biosociológico (BS),

$$HB/HS = BS \quad 4.2.5.1$$

donde (HB) representa la variedad biológica del ecosistema, evaluada con el Índice de Shannon*, y con unidades de nat. (HS) es la variedad sociológica evaluada con el mismo Índice, y con unidades de nat/tiempo, y su incremento esta descrito (de acuerdo a la suposición del inciso d)) por el siguiente modelo para tiempo discreto,

$$\begin{aligned} HS_n - HS_{n-1} &= K HS_{n-1} \\ HS_n &= (K + 1) HS_{n-1} \end{aligned} \quad 4.2.5.2$$

en el cual (HS_{n-1}) es la variedad sociológica inicial al tiempo (n-1), (HS_n) es la variedad sociológica en el tiempo (n) y K es una constante de proporcionalidad. De la ecuación (4.2.5.2) se obtiene, para cualquier tiempo, que

$$\begin{aligned} HS_1 &= (K+1) HS_0 \\ HS_2 &= (K+1) HS_1 = (K+1)^2 HS_0 \\ HS_3 &= (K+1) HS_2 = (K+1)^3 HS_0 \\ &\vdots \\ HS_n &= (K+1)^n HS_0 \end{aligned} \quad 4.2.5.3$$

*Vid., apéndice de regulación y control.

donde (HS_n) en cualquier tiempo (n) puede conocerse, a través de los valores de (K) y la variedad sociológica inicial (HS_0) en el tiempo igual a cero. De la ecuación (4.2.5.3) se puede esperar, un modelo que muestre el aumento de la variedad sociológica, la cual no estará sujeta a factores limitantes (fig. - 4.2.5.3). En la ecuación (4.2.5.3) el número de

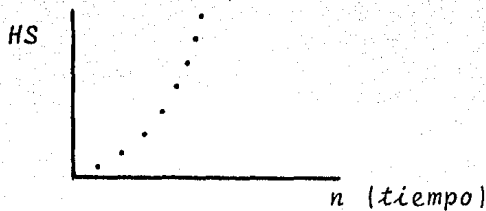


Fig. 4.2.5.3. El gráfico muestra el crecimiento de la variedad biológica (HS_n) con respecto al tiempo (n) . Como se puede apreciar este tipo de crecimiento no está restringido.

grupos sociales generados en el eneavo año se considera una proporción fija de (HS_{n-1}) , la variedad sociológica previa a la generación de los grupos, del mismo modo el número de grupos desintegrados se considera una proporción (fija de (HS_{n-1})). Por lo tanto, el incremento total en la variedad sociológica (número de grupos generados (a) , menos el número de grupos desintegrados (b)) se considera proporcional a HS_{n-1} . Al respecto Moreno (66) indica, que "la población humana alcanza aproximadamente a 2.500 millones de individuos, pero el número de asociaciones interindividuales existentes sobre la tierra, en este mismo momento, es infinitamente más grande: sociométricamente, cada persona pertenece a muchos más grupos pequeños que lo que podemos ver a simple vista. A cada instante se hacen y se deshacen millones de pequeños grupos" .

De la cita de arriba, se puede notar que la variedad sociológi-

ca se incrementa, por un aumento en el número de individuos, ya que al aumentar el número de individuos, aumenta el número de estructuras (46). Entonces la variedad sociológica puede incrementar por el crecimiento poblacional o por inmigración, y puede decrecer por efecto de la emigración.

Si se considera el efecto de la emigración, el crecimiento poblacional y la inmigración, la ecuación (4.2.5.2) se transforma respectivamente en

$$HS_n - HS_{n-1} = K HS_{n-1} - HS_{em} \quad , \quad 4.2.5.4$$

$$HS_n - HS_{n-1} = K HS_{n-1} + HS_{po} \quad , \quad y \quad 4.2.5.5$$

$$HS_n - HS_{n-1} = K HS_{n-1} + HS_{inm} \quad 4.2.5.6$$

donde (HS_{em}) es la variedad sociológica debida a la emigración, (HS_{po}) es la variedad sociológica debida al crecimiento poblacional y (HS_{inm}) es la variedad sociológica por inmigración. - No obstante, estas variedades sociológicas, no necesariamente son constantes en cada unidad de tiempo discreto. Por lo tanto, se puede esperar también que estas variedades sociológicas, sean afectadas por una tasa de incremento constante (j) y así se tiene que, considerando el signo (-) en el caso de emigración, el signo (+) en el caso de crecimiento poblacional o inmigración y a $HS_{(em, po, inm)}$ como cualquiera de los casos de emigración, crecimiento poblacional o inmigración, la siguiente expresión

$$\begin{aligned} HS_1 &= (K+1) HS_0 \pm HS_{(em, po, inm)} \\ HS_2 &= (K+1) HS_1 \pm (1+j) HS_{(em, po, inm)} \\ HS_3 &= (K+1) HS_2 \pm (1+j)^2 HS_{(em, po, inm)} \\ &\vdots \\ HS_n &= (K+1) HS_{n-1} \pm (1+j)^{n-1} HS_{(em, po, inm)} \end{aligned} \quad 4.2.5.6a.$$

Si se introduce la ley de la variedad obligada (2), que muestra que la variedad es destruida con variedad, entonces además de las anteriores suposiciones, se considera que la tasa de incremento de la variedad sociológica (K) es afectada por el aumento mismo de la variedad sociológica. De esta manera la suposición más simple, es que (K) disminuye linealmente cuando se aumenta la variedad sociológica, y así se tiene que

$$K = d - e HS_{n-1}$$

donde (d) y (e) son constantes. Sustituyendo la expresión de -- arriba en la ecuación (4.2.5.2), se obtiene la siguiente expresión.

$$HS_n - HS_{n-1} = (d - e HS_{n-1}) HS_{n-1} \quad 6$$

$$HS_n - HS_{n-1} = dHS_{n-1} - eHS_{n-1}^2$$

4.2.5.7

en donde (dHS_{n-1}) es el incremento sin restricciones de la variedad sociológica y eHS_{n-1}^2 es el efecto negativo del aumento acumulativo de la variedad sociológica de acuerdo a la ley de la variedad obligada (2). Se tiene entonces en un principio, un aumento de la variedad sociológica ilimitada, que en algún tiempo (n) es afectada negativamente por la variedad sociológica acumulada (Fig.4.2.5.7a).

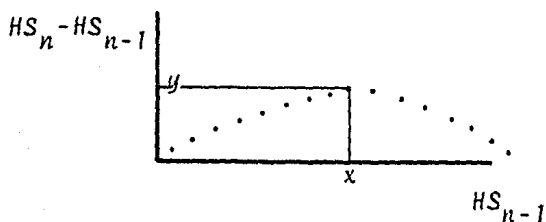


Fig. 4.2.5.7a. El gráfico muestra el incremento de la variedad sociológica, hasta alcanzar un punto máximo (x, y) , a partir del cual el efecto acumulativo de la variedad sociológica (HS_{n-1}) afecta negativamente el incremento de la variedad $(HS_n - HS_{n-1})$.

La interpretación de la ecuación (4.2.5.7) es la siguiente (fig. 4.2.5.7b): a) una primera fase es cuando el aumento de la variedad sociológica tiende al valor máximo

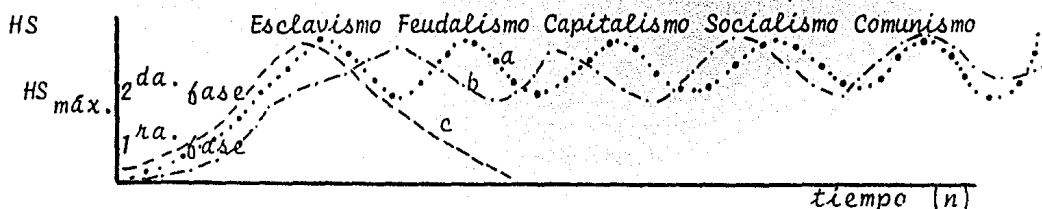


Fig. 4.2.5.7b. El gráfico señala que en la medida que transcurre el tiempo en la primera fase el aumento de la variedad sociológica sí sigue un crecimiento exponencial. En la segunda fase, el aumento de la variedad sociológica es disminuido hasta alcanzar una variedad sociológica máxima ($HS_{máx}$). Finalmente el gráfico señala en las crestas, diferentes tipos de sociedades y en los valles las crisis por las que pueden pasar las sociedades humanas. Las diferentes líneas trazadas a, b y c, representan diferentes maneras de desarrollo, y como se puede apreciar, b, puede mostrar un desarrollo diferente del esclavismo, feudalismo y capitalismo y sin embargo, puede llegar a un comunismo. En el caso de c, esta sociedad llega a un auge y después tiende a desaparecer.

de variedad sociológica en donde los diferentes tipos de estructuras que representan los grupos sociales, están asociadas al empleo de la energía, información y herramientas materiales ($E.1. hm$) para la creación de bienes y servicios, que mantienen y permiten crear la variedad sociológica. En principio no se presenta algún factor limitativo, que afecte el aumento de la variedad sociológica, y esta primera fase, es también representada por el modelo (4.2.5.3). b) la segunda fase de la ecuación (4.2.5.7), representa los diferentes tipos de estructuras de los grupos sociales, asociadas con el uso de la energía, información y herramientas materiales ($E.1. hm$) para la elaboración de bienes y servicios destinados al mantenimiento de la variedad sociológica. En esta segunda fase, se alcanza el valor máximo de la variedad

sociológica, debido a la acumulación de la misma variedad.

En principio hay una generación y mantenimiento de estructuras espontáneas presentadas por los grupos sociales, después los diferentes tipos de estructuras mostradas por los grupos son mantenidas. El mantener este tipo de estructuras, implica entonces su formalización a lo que se ha denominado organización formal, como señala Klein (46), "Cuando un grupo ha resuelto una serie de problemas semejantes, los miembros cuya capacidad ha sido utilizada para la solución de estos problemas tienden a adquirir autoridad ..." (págs. 44,45). Entonces, en la primera fase a la segunda fase del gráfico (4.2.5.7b), se deduce que los grupos sociales se van diferenciando, al generar y mantener espontáneamente diferentes tipos de estructuras, que posteriormente las pueden formalizar.

La interpretación dada a la ecuación (4.2.5.7) también concuerda con las leyes de las dimensiones óptimas de la organización de Boulding*, la cual señala que, mientras más crece una organización más se alarga el camino para la comunicación, y según la naturaleza de la organización, actúa un factor limitante (en este trabajo es la acumulación sociológica) que no permite crecer a la organización más allá de ciertos límites críticos.

Por último, de la ecuación (4.2.5.7) se puede inferir que, según los recursos de energía, información y herramientas materiales (E.I.hm) será el desarrollo de los grupos sociales (vid. Fig. 4.2.5.7b). Como señala Klein (46), "la estructura social se compone de personas y grupos en interacción; estos grupos y personas pueden diferir en la medida que tengan acceso a los recursos." (pág. 164).

*Boulding, K.: General Systems Theory the Skeleton of Science. En Schokerbek y otros.: Management systems, John Wiley & Sons, New York, 1976.

Significa en nuestro caso, que al alcanzarse la variedad sociológica máxima, la organización formal que se establezca será diferente en cada grupo y que los grupos sociales por lo tanto, no pasan necesariamente por los mismos modos de producción, como lo indica Marx (68).

En la sección 4.2.3 y 4.2.4 se vio que la variedad biológica, es alterada por un aumento en la variedad sociológica. Con el propósito de evaluar esta alteración y bajo las suposiciones de la sección 4.2.5, se construye el Índice biosociológico, con el cual se puede conocer el tiempo de agotamiento de la variedad biológica debido a la variedad sociológica. Si se supone que la variedad biológica no aumenta porque el ecosistema está en el climax, y se supone también que la variedad sociológica es constante con el tiempo (esto es, no incrementa, pero se reemplaza así misma - $(K+1=1)$, y esto ocurre cuando $a-b$ es igual a cero (vid. pág. 41), lo que implica que K es igual a cero). En estas condiciones el Índice biosociológico, indica el tiempo en el cual la variedad biológica (HB) es agotada.

Haciendo un análisis dimensional, del Índice biosociológico se tiene

HB (nat)

$$\text{entonces } \frac{\text{HB (nat)}}{\text{HS (nat/tiempo)}} = \text{BS(tiempo)}$$

HS(nat/tiempo)

de donde el Índice biosociológico (BS), tiene unidades de tiempo, cuyo valor numérico depende de los valores de (HB) y (HS).

Por otro lado, si K es diferente de 0, entonces el tiempo en el cual se agotaría la variedad biológica (HB) se obtendría de la siguiente manera; dado que como se ha visto

$$\Delta \text{HS} / \Delta t = r \text{ HS}$$

donde, r , es la tasa de incremento instantánea de la variedad sociológica, diferente de K que representa la tasa de incremento discreta. Entonces, cuando el límite de $t \rightarrow 0$ se tiene

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta HS}{\Delta t} = d HS / dt = r HS \quad 4.2.5.8$$

integrando la ecuación (4.2.5.8) para las condiciones iniciales HS_0 cuando $t=0$, se tiene

$$HS = HS_0 e^{rt} \quad 4.2.5.9$$

Ahora la variedad biológica acumulada (\bar{HS}) para un tiempo (T) en el futuro es

$$\bar{HS} = \int_0^T HS = \int_0^T HS_0 e^{rt}$$

resolviendo esta expresión se tiene que

$$\bar{HS} = (HS_0 / r) (e^{rt} - 1) \quad 4.2.5.10$$

En las condiciones iniciales, el valor de la variedad biológica agotada sería (BS) HS_0 , sustituyendo en (4.2.5.10) se obtiene

$$(BS) HS_0 = (HS_0 / r) (e^{rT} - 1)$$

de donde despejando T se obtiene el tiempo de agotamiento de la variedad biológica en función del Índice biosocioecológico (BS) y de la tasa de crecimiento instantánea (r) de la variedad sociológica. Entonces que tiene que

$$T = (\ln((BS)r + 1)) / r \quad \text{para } r=0 \text{ y } (BS)r > 0 \quad 4.2.5.11$$

Por último, si se considera que la variedad biológica (HB) del ecosistema está en el climax, y que ésta se comporta según la expresión,

$$HB_n - HB_{n-1} = (b - gHB_{n-1}) HB_{n-1} \quad 4.2.5.12$$

donde f y g son constantes, y que como se ha visto, el efecto de la variedad socioecológica (HS) sobre la variedad biológica (HB) es negativo, entonces este efecto se puede considerar en la ecuación (4.2.5.12) y se obtiene

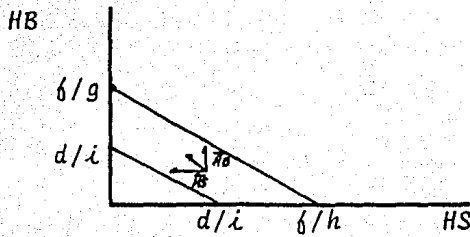
$$HB_n - HB_{n-1} = (f - gHB_{n-1} - hHS_{n-1})HB_{n-1} \quad 4.2.5.13$$

donde, h es una constante. Por otro lado, si se considera que al disminuir la variedad biológica, se presenta un efecto negativo en la variedad socioecológica, como dice Braidwood (6), "La deforestación, la deteriorización del suelo y la erosión, resultado de 10,000 años de ocupación humana tienden a amortiguar cualquier ventaja que los instrumentos, técnicos modernos, pueden ofrecer a la población actual" pág.214). Entonces este efecto, se puede evaluar al introducirlo en la ecuación (4.2.5.7) y así se tiene que

$$HS_n - HS_{n-1} = (d - eHS_{n-1} - iHB_{n-1})HS_{n-1} \quad 4.2.5.14$$

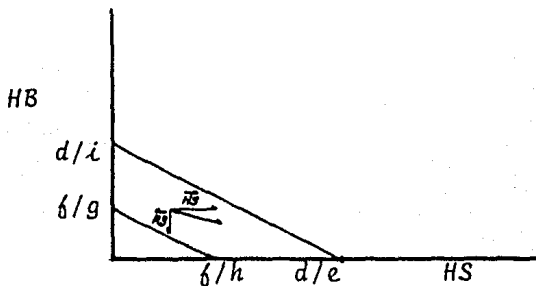
De las ecuaciones (4.2.5.13 y 4.2.5.14), se presentan cuatro casos: a) la variedad biológica se conserva, b) la variedad sociológica, genera y mantiene ecosistemas frágiles del tipo de ciudades, c) que se presenta un punto de equilibrio estable, en el cual coexisten la variedad biológica y la sociológica y d) que se presente un punto de equilibrio inestable en el cual, coexisten ambas variedades biológica y sociológica, pero ante cualquier perturbación (como la entrada de nueva tecnología, o el cambio en la organización formal) puede dar origen a la formación de ciudades o al abandono del ecosistema. Los gráficos siguientes, representan respectivamente los casos que se han señalado.

a)



En el punto de adición de los vectores, se observa que \overline{HB} aumenta hacia la línea de equilibrio HB y que \overline{HS} decrece hacia la línea de equilibrio HS. Que la suma de los vectores \overline{HB} y \overline{HS} da como resultado, la tendencia a la conservación de la variedad biológica. Significa que la variedad sociológica generada y mantenida por los grupos sociales, no es lo suficiente como para alterar la variedad biológica del ecosistema. Este sería el caso de los grupos recolectores, cazadores y pescadores, que se señala Vitale (98) en la segunda fase de la periodización histórica de la interacción N-S en América Latina (vid., pág.9).

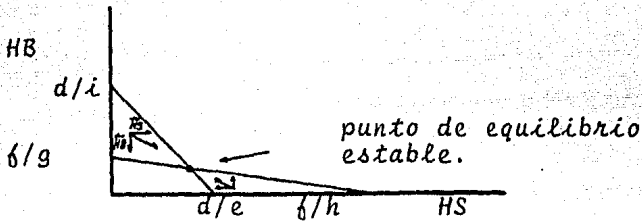
b)



En el punto de adición de los vectores, se puede apreciar que \overline{HB} decrece, mientras que \overline{HS} aumenta, y que el resultado de su adición, es la tendencia a la formación y mantenimiento de ecosistemas frágiles o ciudades. Significa que la variedad sociológica generada y mantenida por los grupos sociales, tiene como

efecto la desaparición de la variedad biológica del ecosistema. Este es el caso, que Vitale (198) en la periodización que hace de la interacción N-S en América Latina, llama quinta fase, que -- "abarca desde el inicio del proceso industrial de sustitución - de importaciones hasta la actualidad..." (y que él denomina) -- "... la sociedad industrial urbana y la crisis ambiental en América Latina" (pág. 24).

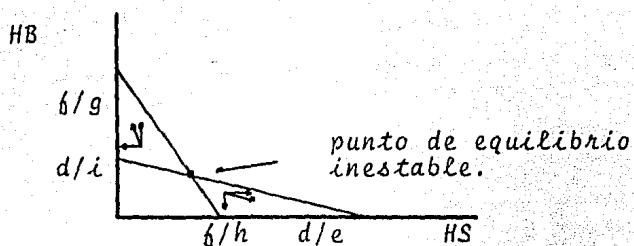
c)



Este gráfico indica un punto de equilibrio estable, como se puede apreciar, los vectores resultantes tienden al punto de equilibrio, significa que puede haber perturbaciones en la interacción N-S, que puede favorecer, ya sea a la variedad biológica - (como la creación de zoológicas, jardines botánicos) o a la variedad sociológica (como la obtención de un nuevo medicamento, a través de alguna especie de planta, para curar alguna enfermedad, la introducción de tecnología); pero que la tendencia será, regresar al punto de equilibrio. Este podría ser el caso, de la tercera fase de la periodización de Vitale (198), en donde los grupos sociales introducen cambios significativos en los flujos energéticos; pues la producción agrícola permitió cierto control de la transferencia de energía. Esta tercera fase, la denomina Vitale como la de las altas culturas aborígenes y el comienzo de la alteración de los ecosistemas latinoamericanos. En donde la interacción N-S, posee autoregulación propia u homeóstasis*.

* Vid., apéndice de regulación y control

d)



Este gráfico señala un punto de equilibrio inestable, donde los vectores resultantes tienden a alejarse del punto de equilibrio. Significa que ante cualquier perturbación, se puede favorecer la formación de ciudades o la desocupación del ecosistema. Aquí se presentaría el caso de aquellas culturas, que se establecieron en determinados ecosistemas y que después emigraron a otros lugares (83), o el de aquellas que al alcanzar el punto de equilibrio, fueron perturbadas iniciando inevitablemente la formación de ecosistemas heterotróficos (ciudades) que dependen de grandes insumos de flujos energéticos, provenientes de fuentes externas, donde estas ciudades son fundamentalmente impulsadas por combustibles, y no por energía solar (34,71,94,98), y donde además aparecen índices de desorganización social, tales como criminalidad, la incidencia de trastornos físicos y mentales (19,103).

4.2.6 Teorema (4.2.6.1)

Del axioma (4.2.1.1) mencionado en la página , se deduce el siguiente teorema:

La variedad de la interacción N-S, es mantenida por energía, información y las herramientas materiales. 4.2.6.1

4.2.8 Relación entre la variedad sociológica y la energía.

En la tercera fase de la periodización histórica, de la interacción N-S en América Latina, Vitale (98) indica, que esta fase representa el paso de la sociedad recolectora a la sociedad agrícola. Que esta fase representa el comienzo de la alteración de los ecosistemas, y que por primera vez en la historia, los grupos sociales introducen cambios significativos en los flujos energéticos. Al respecto señala Braidwood (6), "Antes de la revolución agrícola, la mayoría de los hombres tenían que pasar todo el tiempo que permanecían despiertos buscando su propia comida, excepto cuando se podían saciar después de una gran matanza. Cuando el hombre empezó a producir alimentos en vez de recogerlos, cazarlos o irlos recolectando, bien en graneros, bien bajo la forma de ganado, se vio capaz de (y obligado a) establecerse en comunidades de mayor tamaño". (lo que implica un aumento de la variedad sociológica, vid., pág. 42) "Con la energía humana liberada a disposición de toda una gama de nuevas actividades, vino el desarrollo de oficios especializados no agrícolas. No fue por casualidad que pronto aparecieron innovaciones tales como de los principios mecánicos básicos, el tejido, el arado, la rueda y la metalurgia." (pág. 217.

Del párrafo anterior y de la interpretación de la ecuación - - (4.2.5.7), se puede inferir que la variedad sociológica, es generada y mantenida debido al control de la energía, información y herramientas materiales (E.I.hm) y que el consumo de E.I. hm., está asociado a un beneficio en forma de un aumento de la variedad sociológica, donde aparecen grupos especializados. En Rappaport (81), se encuentra un ejemplo de la relación entre la variedad sociológica y la energía, así sugiere que la época de crianza de los cerdos, que consumen el producto de un tercio de la tierra, puede ser un medio que regula -

las relaciones intergrupales. Sin embargo, la energía no metabólica, como el sistema de riego artificial (98) también es importante en la generación y mantenimiento de la variedad sociológica. Así Rappaport explica que el paso de los grupos sociales recolectores a agroalfareros, "hubiera sido imposible, sin otras fuentes de energía que los procesos biológicos locales. Los combustibles fósiles entran en juego. Cuando se dispone de esta fuentes de energía, las presiones que hay que ejercer sobre los ecosistemas ya no se limitan a la energía liberada por el ecosistema mismo y se hace posible realizar alteraciones que antes eran irrealizables. Un granjero puede incluso gastar más energía en la gasolina consumida por la maquinaria de su granja que la que le proporcionan sus cultivos. Las mismas fuentes de energía no biológica permiten proveer a la comunidad agrícola mundial de grandes cantidades de pesticidas, fertilizantes y otras clases de ayuda que la mayoría de los ecosistemas inmaduros creados por el hombre necesitan para seguir siendo productivos. Además, toda la superestructura de la agricultura comercial (transporte y comunicaciones rápidas, almacenamiento a gran escala y complicadas instituciones económica), dependen de las mismas fuentes de energía no biológica." (pág. 390). Sin embargo, el tipo de tenencia de la tierra, las herramientas conceptuales y materiales, las preferencias, la satisfacción, las normas sociales, los valores culturales, etc., son algunos ejemplos de elementos que influyen en la generación y mantenimiento de la variedad sociológica, que no pueden ser explicados por medio de los flujos energéticos.

El efecto de las herramientas materiales y conceptuales, sobre la variedad sociológica es explicado por Braidwood (6), Lange (50), Marx (68), Ranakunap y otros (83) y W. Heimstra y H. McFarling (103). Lange y Marx señalan una estrecha relación -

entre las herramientas materiales y conceptuales, y la manera como cooperan y se reparten el trabajo los hombres. De esta manera, por ejemplo, el riego artificial sobre terrazas escalonadas se practicaba en toda la zona andina (83), desde México hasta Chile, lo que revela una importante organización social para el cultivo (98). En los andes venezolanos señala Vitale (98), se introdujo a principio de nuestra era el cultivo de terrazas. Pero los grupos sociales venezolanos no alcanzaron un mayor avance agrícola porque les faltó una herramienta decisiva: el arado.

Como se puede apreciar de las citas de Braidwood (6) y Rappaport (81) mencionadas arriba (cfr., también los artículos de B. Kemp (12) y Rada y Dyson-Hudson (80), hay un marcado énfasis en la variedad sociológica y la energía, sin diferenciarla de la información como causante igualmente de variedad sociológica. Esta falta de diferenciación, se debe a la dificultad que existe para separar la información de algún elemento material y medio de transmisión. Al respecto Goldstein (32) explica, "Para determinar el funcionamiento del sistema, es mucho más importante la señal de error, que su magnitud, el controlador la reconoce, y actúa sobre la información, más que sobre la energía sola." (continúa) "Es por ello que debemos interesarnos en dos aspectos de las señales: su energía y su información, aunque aparentemente son diferentes, nunca se les puede discutir por separado. Todas las señales tienen algún elemento de tipo material o medio de transmisión que les es propio. Dentro de los sistemas vivos las señales pueden ser transportadas por moléculas o por la actividad de neuronas. En este último caso, la compleja naturaleza química de la actividad eléctrica es la que impide separar el flujo de información, de la energía y del transporte de masa". (págs. 11-12).

4.2.7 Relación entre la variedad biológica y la energía.

Odum (71) al referirse a la bioenergética del ecosistema, explica que en las primeras etapas de la sucesión ecológica, la intensidad de la producción primaria o fotosíntesis (P) total -- bruta excede a la intensidad de la respiración (R) de la comunidad, de modo que la razón P/R es mayor que la unidad. Continúa diciendo que, en el caso de la contaminación orgánica, la razón P/R es en forma característica menor que la unidad. En teoría dice Odum, "P/R se aproxima a la unidad a medida que se opera la sucesión. En otros términos, la energía fijada propende a ser equilibrada por el costo de energía de conservación - (esto es, la respiración de la comunidad total) en el ecosistema madura..." (pág. 281).

Entonces durante la sucesión autotrófica, P/R tiende a uno al aumentar la tasa de respiración, la cual va acompañada de un incremento en la complejidad estructural del ecosistema (34). Esto quiere decir que la producción y la variedad biológica pueden describirse como aumentando hacia el climax. También puede inferirse, que el aumento de variedad biológica (energía fijada) es equilibrada y conservada por un costo de energía - representada por la respiración. Como señala Margalef (60), al comparar la variedad biológica con el espectro de movimientos de un fluido (remolinos, turbulencias), en el cual la energía se degrada al pasar de los remolinos, a la turbulencia y perderse en la viscosidad. Donde los remolinos y turbulencias, requieren para su presencia del consumo de energía. Igualmente, al aumentar la variedad biológica, hay una fijación de la energía, y para el mantenimiento de la variedad biológica se requiere un costo de energía representada por la respiración del ecosistema.

Entonces es necesario reconocer, que la variedad sociológica es generada y mantenida, no sólo por energía (E), herramientas y materiales (hm), sino también por la información (I). Por lo tanto, se tienen también diferentes tipos de estructuras sociales, que son formadas y mantenidas por la información (46).

4.2.9. Construcción del Índice biosocioenergético.

Con base al teorema (4.2.6.1) se construye el Índice biosocioenergético, las suposiciones que se hicieron en la sección (4.2.5) son consideradas para su elaboración, además de las siguientes: a) puesto que no se consideran las interacciones intergrupales, tampoco se considera el efecto de transferencia de tecnología, ni de información, b) se considera que el componente cognoscitivo es constante, de manera que la cantidad de energía disponible para el desarrollo de la interacción N-S no aumenta, c) que la variedad sociológica no sólo se genera y mantiene por energía y las herramientas materiales, sino también por la información, d) que las perturbaciones en los canales de información son constantes, e) que la variedad de la interacción N-S, es la suma de la variedad biológica y sociológica, multiplicada ésta por un coeficiente que engloba la influencia de E.I.hm., sobre la variedad sociológica.

Entonces bajo las suposiciones indicadas arriba, se propone el siguiente Índice biosocioenergético BSE.

$$(HB + X HS) / E = BSE \quad 4.2.9.1$$

donde (HB) es la variedad biológica, (HS) es la variedad sociológica, (E) es la energía, y (X) es la suma de las proporciones de energía (x_E), de información (x_I) y de las herramientas materiales (x_{hm}), que multiplicadas cada una de ellas por HS, dan las proporciones de variedad sociológica, generada y mantenida

por energía, información, y herramientas materiales (E.1.hm). Quiere decir que la variedad sociológica total (HS) es la suma de $x_E HS$, $x_1 HS$, $x_{hm} HS$. Es necesario notar, que si la variedad sociológica es función de la E.1.hm por un lado, y por otro, al número de individuos del grupo. Entonces la alteración de la variedad biológica de un ecosistema, puede ser mayor por un grupo pequeño en número, que por la de un grupo mayor en número, según el uso de E.1.hm.

Durante el desarrollo de la interacción N-S, se pueden presentar cuatro casos como se vió en la sección 4.2.8, este desarrollo requiere consumo de energía presente en la interacción N-S, para la generación y mantenimiento de una estructura global de la interacción. La cual puede evolucionar según el caso que se presente (vid., pág.48). El aumento en la variedad durante el desarrollo de la interacción N-S, significa para el sistema, la presencia de regulación; ya que de acuerdo a la ley de la variedad obligada (2,42) para que un sistema tome control de su medio debe aumentar su variedad interna.

Entonces el aumento de variedad del sistema interacción N-S - - (HB+X HS) representa un beneficio, que se manifiesta por la presencia de regulación. Este beneficio requiere del uso de la energía presente en la interacción N-S, lo que implica un costo de energía para alcanzar ese beneficio. Si el beneficio por la variedad adquirida se representa como una función de la energía - (BH(E)), y el costo para obtener una variedad, se representa como una función de la energía (CH(E)). Si además se considera -- que BH(E) y CH(E) se comportan de acuerdo al gráfico (4.2.9.2), se obtiene la siguiente interpretación

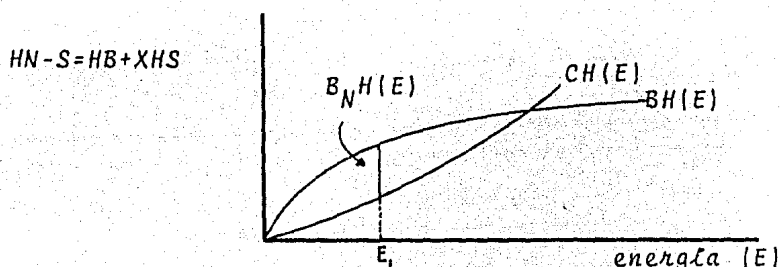


Fig. 4.2.9.2 El gráfico muestra que el aumento de variedad en la interacción N-S (HN-S) puede ser analizado por medio de las funciones de beneficio de la variedad (BH(E)), costo de la variedad (CH(E)) y beneficio neto de la variedad ($B_{NH}(E)$).

La función $B_{NH}(E)$, que es la diferencia BH(E) y CH(E), representa el beneficio neto de la variedad para la interacción N-S, en un nivel de consumo de (E_1) . Para valores mayores y menores a (E_1) . El beneficio neto de la variedad disminuye. Por lo tanto el beneficio de variedad al menor costo, está asociado al consumo de energía (E_1) . La pregunta que se ocurre hacer, es si el valor de $B_{NH}(E_1)$ está asociado con la aparición de la regulación de la interacción N-S. Si la respuesta es afirmativa a esta pregunta, entonces de acuerdo a la ley de la variedad obligada, un aumento en el consumo de energía mayor a (E_1) , generará un aumento de variedad que destruirá la variedad obtenida en (E_1) . Si ocurre esta destrucción de la variedad obtenida en (E_1) , entonces se pierde regulación y por tanto el control del sistema; ya que aparecerán "los índices de organización social, tales como la criminalidad, la incidencia de trastornos físicos y mentales..." (W. Heimstra y H. McFarling (103): pág.133). De esta manera se propone la siguiente hipótesis:

Quando el nivel de consumo de energía para aumentar la variedad de la interacción N-S, es mayor a E_1 , entonces se destruye la variedad asociada a la regulación y por tanto se generan problemas sociales y ecológicos en el sistema.

4.2.10 Teorema. (4.2.10.1)

A partir del axioma (4.2.1.1) o premisa básica de este trabajo (vid., pág.34) se deduce el siguiente teorema

La interacción N-S al poseer una estructura, entonces tiene procesos.

4.2.10.1

4.2.11 El proceso de producción.

El proceso de producción (vid., pág.15), es uno de los procesos de la interacción N-S, el cual ha sido empleado por Frolov (28), Guerasimov y otros (33), Leff (54) y Toledo (92). Sin embargo, como se vió en la página 17 este proceso sólo abarca una parte de la estructura total del sistema interacción N-S. Debido a que únicamente considera, la interacción entre las herramientas materiales y conceptuales con el ecosistema (sin considerar del ecosistema los procesos ecológicos) y de las herramientas materiales y conceptuales con la manera en que cooperan y se reparten el trabajo los individuos. También se hizo notar que Toledo (92), para construir su modelo integrador de factores ecológicos y económicos, amplía el proceso de producción al considerar los procesos ecológicos característicos de cada ecosistema. Finalmente se señaló la crítica que hace Sandoval (86) al modelo de Toledo, y como el modelo de Toledo, no niega la evolución social (tal como lo muestra su trabajo, vid., bibliografía (92)), sino que el modelo de Toledo no explica la evolución de la interacción N-S como sistema, porque sólo considera una parte de la estructura de la interacción N-S.

De la misma manera en que una visión global de la tabla periódica de los elementos químicos, permitió inferir a partir de las propiedades físicas y químicas de algunos elementos ya identifi

cados, las características de los elementos restantes (42). Así como también una visión global de la geometría, permitió observar que el paso de las coordenadas de Gauss a otro sistema, no sólo es por medio de la transformación de Lorentz (23). De tal forma una visión global o de sistema de la interacción N-S, permite percibir otros procesos dentro del sistema interacción N-S, además del proceso de producción. Uno de esos procesos es el proceso de toma de decisiones, que por encontrarse dentro del sistema interacción N-S y además para diferenciarlo del proceso de toma de decisiones de Simón (88)*, se denomina en este trabajo como proceso biosociocognoscitivo.

4.2.2.12 Componente cognoscitivo.

El componente cognoscitivo de una actitud, puede considerarse como un conjunto de categorías, que los seres humanos utilizan para dar nombres a todos los estímulos (61). Las categorías señala Marín (61), definen un conjunto de características que debe poseer un objeto para pertenecer a una de esas categorías. - Las categorías entonces, vienen a ser lo que los símbolos en la psicología genética de Piaget (40,58), ya que los símbolos son imágenes o esquemas que guardan una intensa correspondencia con algún objeto (58,101). Sin embargo la psicología genética no sólo considera símbolos, sino también la percepción y la afectividad, como señala Lorenzano (58), "la psicología genética de Jean Piaget es el intento más serio de integrar una psicología de fuertes raíces experimentales con una teoría del conocimiento - que abarque al mismo tiempo la afectividad, la percepción y la producción simbólica, aplicadas al conocimiento real del mundo". (pág.9)**

* Vid. Kast, J. y Rosenzweig.: The Theory and Management Systems, McGraw Hill, Tokio, 1973, pág.40.

** Vid., también Piaget, J.: Biología y conocimiento, Siglo XXI, México, D.F. 1983.

El componente cognoscitivo es importante en este trabajo, porque constituye el esquema conceptual de los grupos sociales, - en el cual se encuentran las premisas básicas para la toma de decisiones (40,58,74,88,101). Cuando un grupo social toma una decisión, puede en este acto alcanzar el objetivo o bien instrumentar un curso de acción (46), en ambos casos la decisión es la proyección de esquemas conceptuales "que anteriormente - se introyectaron por manipulación real del mundo material y social,..." Lorenzano (58):pág.11)*. Entonces es evidente que la interacción N-S se da a partir de un proceso de toma de decisiones, inmerso en un esquema conceptual que es la articulación de los elementos naturales y sociales. En la interacción de los -- grupos sociales con los ecosistemas, que siguen un desarrollo - de acuerdo a leyes y procesos ecológicos, son modificados por - los grupos en función a las necesidades, nivel tecnológico, social y cultural. Es en la interacción de los grupos sociales -- con los ecosistemas, que se efectúa el proceso de toma de decisiones inmerso en el esquema conceptual sintetizado por los grupos sociales y que genera la modalidad de la interacción. Por - lo anterior, el proceso de toma de decisiones, presente en los grupos campesinos adquiere suma importancia en el estudio de la interacción N-S; pues estos grupos contienen un esquema conceptual que integra, los factores ecológicos y sociales, además de las premisas básicas para tomar decisiones, en la selección de alternativas para actuar en la interacción N-S. Esquema conceptual que evoluciona según la información que reciben los grupos campesinos (11) y que presenta además una estabilidad (40,74). En cuanto a la estabilidad del esquema conceptual H.Favell (40) señala lo siguiente "Se refiere en primer lugar a la capacidad del sistema para compensar o cancelar perturbaciones que tienden a alterar el estado de equilibrio existente..." (continúa)

*Subrayado por el autor en este trabajo.

"...El equilibrio de la barra de metal tiene una estabilidad mínima, puesto que carece de un mecanismo intrínseco para cancelar el efecto de un cambio térmico inducido. Por otra parte, - el termostato ideal es completamente estable, debido a su capacidad para hacer inefectiva toda "entrada térmica". En la esfera de la psicología, la percepción y el pensamiento preoperacional son sistemas de una estabilidad menos que perfecta, - puesto que las ilusiones inducidas por la centración (sobrestimadores perceptuales, sobrevaloración del incremento de longitud respecto de la disminución del ancho en el problema de conservación de la cantidad, etcétera) sólo son corregibles en parte mediante la descentración (regulaciones). Por otra parte, las operaciones reversibles de las estructuras representacionales concretas y formales aseguran una estabilidad completa: cada + A tiene su negativo que lo anula, cada p tiene su recíproco que lo compensa, y así por el estilo" (pág. 263).

Se puede concluir que el componente cognoscitivo, es un esquema conceptual, que se desarrolla y evoluciona según la información que perciben los grupos sociales, y que además genera -- estabilidad.

4.2.13. Construcción del proceso biosociocognoscitivo.

Las suposiciones para construir el proceso biosociocognoscitivo son las siguientes: a) Los grupos componentes que intervienen en el proceso biosociocognoscitivo son: 1) la variedad biológica, 2) la variedad sociológica y 3) el componente cognoscitivo; b) el componente cognoscitivo es el punto al cual convergen la variedad biológica y la variedad sociológica; c) que el componente cognoscitivo influye directamente sobre la variedad sociológica e indirectamente sobre la variedad biológica; d) el componente cognoscitivo es un regulador y a la vez una -

variable esencial en la interacción N-S.

Con las suposiciones arriba señaladas, se propone el siguiente proceso biosociocognoscitivo (fig. 4.2.13.1), en donde (HB) es la variedad biológica, (HS) la variedad sociológica y (Co) el componente cognoscitivo. En el proceso biosociocognoscitivo, -

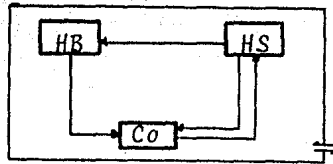


Fig. 4.2.13.1. En la figura se puede notar las relaciones entre la variedad biológica (HB), la variedad sociológica (HS) y el componente cognoscitivo (Co), del proceso biosociocognoscitivo.

las flechas representan flujos de información, y se considera que el proceso es un sistema abierto, lo que está expresado por las flechas de entrada y salida (\rightleftharpoons).

El componente cognoscitivo de este proceso, es un conjunto de elementos naturales y sociales integrados, formando una estructura dinámica y que además tiene estabilidad (11, 40, 58, 74). Por lo tanto, si la interacción N-S es un sistema, el componente cognoscitivo es un subsistema (vid., principio de recursividad en Johansen (42)). Entonces el componente cognoscitivo al tener las características arriba señaladas (de ser un esquema conceptual, con elementos naturales y sociales integrados y de generar estabilidad) es un reductor de variedad al servir de modelo para actuar en la interacción N-S. Al ser un reductor de la variedad sociológica. Entonces de acuerdo con la ley de la variedad obligada (2), el componente cognoscitivo es un regulador (40, 74).

4.2.12.1 Interpretación del proceso biosociocognoscitivo.

Se puede decir que en las primeras etapas históricas del desarrollo de la interacción N-S, los flujos de información son extracognoscitivos, la interacción que tienen los grupos sociales con los ecosistemas es muy próxima a la de especies biológicas. O bien en las primeras etapas, el subsistema cognoscitivo no es lo suficientemente estable, como para hacer interpretaciones profundas sobre las transformaciones que sufren los ecosistemas y corresponderla a grupos recolectores, cazadores y pescadores. En otras palabras, en las etapas tempranas "...la percepción y el pensamiento preoperacional son sistemas de una estabilidad menos que perfecta, puesto que - las ilusiones inducidas por la centración (sobreestimadores - perceptuales, sobrevaloraciones del incremento de la longitud respecto de la disminución del ancho en el problema de conservación de la cantidad, etcétera)" H. Favell (40: pág. 36) son solo corregibles mediante la descentración (regulaciones).

En las etapas avanzadas del desarrollo de la interacción N-S, los flujos de información son intracognoscitivos, es decir, se ha formado un esquema conceptual que en complejidad* es mayor, y que posee las "operaciones reversibles de las estructuras representacionales concretas y formales..." (que) "...aseguran - una estabilidad completa: cada + A tiene su negativo que lo - anula, cada p tiene su recíproco q que lo compensa, y así - por el estilo" H. Favell (40: pág. 236). Estas etapas corresponden, a las culturas aborígenes en el tercer período correspondiente a la periodización de la interacción N-S en América Latina de Vitale (98), y a lo que Zeman (104) describe - como nequentropía**, donde los grupos sociales a través de la

*Vid., glosario.

**Vid., apéndice de Teoría General de los Sistemas.

información, se organizan para tomar control de los ecosistemas.

Por otro lado, el tipo de estructura del componente cognoscitivo, depende del tipo de variedad biológica del ecosistema que interactúa con la variedad sociológica. Por lo tanto, la estructura del componente cognoscitivo, tendrá premisas básicas diferentes para la toma de decisiones de los diferentes grupos, y el desarrollo que siga la interacción N-S será diferente (esto concuerda con la interpretación del modelo 4.2.5.7 en la página 44). De esta manera en sociedades basadas en la caza y en la pesca según Dawson (21), dió lugar a "...adultos individualistas, seguros y emprendedores...", y al revés en las sociedades basadas en economías agrícolas o de pastoreo, los adultos tendieron a ser "...concienzudos, dóciles, y conservadores..." (pág. 163). O bien, como señala Leff (54), que la acumulación primitiva del capital, no hubiera sido posible, - de no ser por la resistencia de los ecosistemas de clima templado a las perturbaciones.

Si la estructura o esquema conceptual del componente cognoscitivo, contiene premisas diferentes, entonces influirá en el proceso de toma de decisiones. Al respecto Klein (46) señala las siguientes situaciones: a) el esquema del grupo es unificado, entonces las decisiones son demoradas sólo por falta de información; b) si todos los miembros participan en la toma de decisiones pero difieren en su esquema conceptual, la toma de decisiones se prolonga y la presión del grupo se ejerce para lograr la uniformidad del esquema conceptual; c) si los subgrupos disidentes tienen menos probabilidades de éxito y puede producirse una lucha por la supremacía; d) si la toma de decisiones se restringe a algunos grupos: 1) los demás miembros responderán respetando la decisión si el grupo comparte

el mismo esquema conceptual; las diferencias de status no se resentirán porque los valores se interiorizan, 2) otros miembros responderán con hostilidad cuando el esquema conceptual no está unificado o, en los grupos con comunicación restringida cuando se ha buscado unificar el esquema conceptual.

Por último, el componente cognoscitivo además de ser un regulador, es una variable esencial; pues es afectado por factores psicológicos. Al respecto C. Franke (19) señala que un hombre que sufre de privación psicológica, no es el adecuado para el propósito de toma de decisiones, ya que en este estado psicológico pierde el sentido de sí mismo, tiende a conformarse y - sin embargo se siente inseguro, esta insatisfecho y ansioso, por lo que se hace peligroso manejando tecnología. También en W. Heimstra y H. Mcfairling (103) en el capítulo cuatro de su libro Psicología Ambiental, describen algunas perturbaciones que influyen en el componente cognoscitivo, al respecto indican que "la vida en una ciudad está constituida por numerosos encuentros con sobrecargas de estímulos..." (estos estímulos "...deforman la vida diaria a diversos niveles afectando el papel desempeñado, la evolución de las normas sociales, el mecanismo cognoscitivo y el uso de facultades" (pág. 137).

Con los resultados obtenidos hasta aquí, se puede construir una tabla tabular, que muestre la tendencia que seguiría la interacción N-S durante su desarrollo (vid., tabla 4.2.12.2).

Tabla 4.2.12.2. La tabla muestra las tendencias que se pueden esperar en el desarrollo de la interacción N-S como sistema.

Caracteres de la interacción N-S	Etapa de desarrollo ligada al ecosistema.	Etapa madura de la interacción N-S	Etapa de desarrollo de ecosistemas frágiles
----------------------------------	---	------------------------------------	---

Índice biosociológico

$$HB / HS = 5^* \text{ bits}$$

$$HB / HS = 0$$

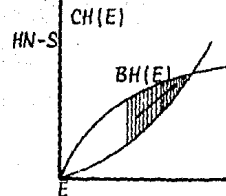
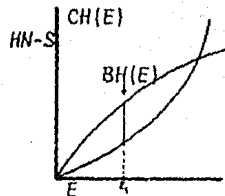
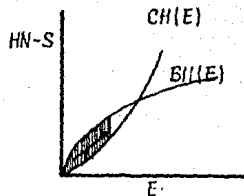
$$HB / HS = 0$$

Índice biosocioenergético, con las gráficas correspondientes.

$$\frac{HB + X HS}{E} = x_1$$

$$\frac{HB + X HS}{E} = x_2 \text{ donde: } x_2 > x_1$$

$$\frac{HB + X HS}{E} = x_3 \text{ donde: } x_3 < x_2$$



El área sombreada y la flecha (↓), representan la tendencia a un aumento de variedad del sistema.

E_1 y la flecha (↓) representa la máxima variedad, en donde el sistema tiene el mayor beneficio al menor costo.

El área sombreada y la flecha (↓), representa un aumento de la variedad del sistema, la cual genera sobrecarga.

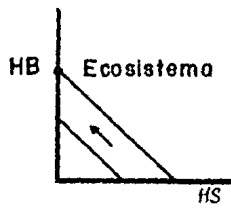
Homeostasis (resistencia a perturbaciones externas), con las gráficas correspondientes.

No se generan mecanismos de regulación que permitan mantener la formación de una organización del sistema.

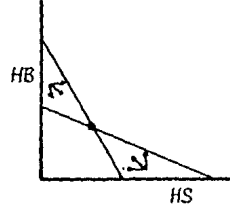
Los mecanismos de regulación formados, favorecen el mantenimiento de la organización generada en la interacción N-S.

* La variedad biológica máxima, que puede alcanzar un ecosistema, según Margalef (60) es de 5 bits.

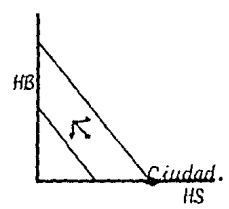
(Continuación)



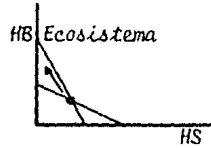
El ecosistema permanece, debido a que la variedad sociológica, no es lo suficiente para alterar la variedad biológica del ecosistema.



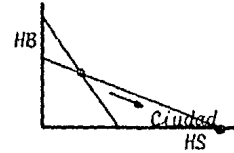
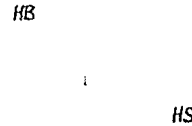
El sistema interacción N-S, ante alguna perturbación, ya sea favorable a la sociedad o al ecosistema, volverá al punto de equilibrio.



La tendencia del aumento de la variedad sociológica, es la formación de una ciudad.

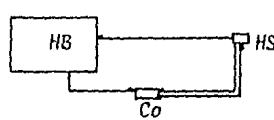


En este caso, la organización formada en el sistema interacción N-S, es desintegrada ante una perturbación, en este caso la tendencia es el aumento de la variedad biológica.

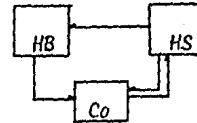


La organización del sistema, al ser perturbado, se desintegra dando lugar a una ciudad.

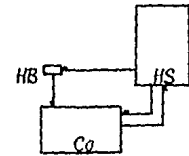
Proceso biosociocognoscitivo, (el tamaño de los bloques, representa el grado de concentración de la información).



Flujos de información extracognoscitivos, El componente cognoscitivo se encuentra en formación.



Flujos de información introcognoscitivos. El componente cognoscitivo tiene un determinado grado de desarrollo y_1 .



Flujos de información intracognoscitivos. El componente cognoscitivo, tiene un grado de desarrollo y_2 .

Bibliografía.

3. Armijo, G. 1976. Ecodesarrollo como un proceso de transformación de ecosistemas. En Leff, E. (dir.): Primer Simposium sobre ecodesarrollo organizado por la Asociación Mexicana de Epistemología, UNAM., Nov. 1976.
6. Braidwood, R. 1979. La revolución agrícola. En *Biología y Cultura, Selecciones de Scientific American*, H. Blumes, España, 1979.
9. Barkin, D. 1977. Desarrollo regional y reorganización campesina. *Comercio Exterior*, Nov.
11. Buckley, W. 1978. La epistemología, vista a través de la teoría de sistemas. En J. Klir.: *Tendencias en la teoría general de los sistemas*, Alianza Universidad, España, 1978.
12. B. Kemp. 1979. El lujo de energía en una sociedad de cazadores. En *Biología y Cultura, Selecciones Scientific American*, H. Blumes, España, 1979.
13. Cano, J. y C. Byrnes. 1973. Adiestramiento en las ciencias sociales para profesionales en disciplinas agropecuarias: un enfoque integrado. En *enseñanza e investigación en Sociología rural en América Latina*. Rlo de Janeiro, 1973.
14. Cafka, F. 1980. Antropología ecológica. *Antropología y Marxismo*. Abr-Sep.
16. Colinvaux, P.: *Introducción a la ecología*, Limusa, México, D. F., 1980.
19. C. Franke. 1971. The biologist, The psychologist, and the environmental crisis. *BioScience*. Mar.
21. Dawson, J. 1982. Socialización el proceso de convertirse en ser humano. En Whittaker, J. (dir.): *La psicología social en el mundo de hoy*, Trillas, México, D.F., 1982.
23. Einstein, A.: *La relatividad*, Grijalbo, México, D.F., 1982.
24. Engels, F.: *Introducción a la dialéctica de la naturaleza*. En Marx, Engels, *Obras Escogidas*, Progreso, Moscú.

25. E.Kowal.1970. A rationale for modeling dynamic ecological - systems, Contribution in systems ecology, U.S.A.,1970.
28. Frolov, I.1983.Interpretación marxista-leninista del problema ecológico. En Guerasimov, I. y otros.: La sociedad y el medio natural, Progreso, Moscú,1983.
29. Garbacik, E.1979. El proceso del crecimiento económico a la luz de la ley de la entropía. El trimestre económico, F.C.E. México, D.F., Abr-Jun.
31. Garza, A.: Manual de técnicas de investigación, El Colegio de México, México, D.F.,1980.
32. Goldstein, L.: Fisiología comparada, Interamericana, México, D.F.,1982.
33. Guerasimov, I. y otros.: La sociedad y el medio natural, Progreso, Moscú,1983.
34. G.Franworth y B. Golley.: Ecosistemas frágiles, F.C.E., México, D.F.,1977.
35. Harnecker, M.: Los conceptos elementales del materialismo - histórico, Siglo XXI, México, D.F.,1982.
36. Herskovits, M.: El hombre y sus obras, F.C.E., México, D.F., - 1981.
40. H.Favell.: La psicología evolutiva de Jean Piaget, Paidós, - México, D.F.,1983.
41. Johannes, I. 1975. La deforestación en la edad de piedra, - Scientific American, El hombre y la ecosfera, Madrid, Blume, 1975.
42. Johansen, B.: Introducción a la teoría general de los sistemas, Limusa, México, D.F.,1982.
45. Kast, J. y Rosenzweg.: The theory and management systems, - McGraw Hill, Tokio,1973.
46. Klein, J.: Estudios de los grupos, F.C.E., México, D.F.,1961.
47. Krebs, J.: Ecology, Harper and Row Publishers, New York, - 1978.
48. Kucera, C.: The challenge of ecology, the C.V. Mosby Company, U.S.A.,1978.

49. L. Wilder. 1976. El método axiomático. En *sigma*, El mundo de las matemáticas, Grijalbo, Barcelona, 1976.
- 53a. Larroyo, F.: *Filosofía de las matemáticas*, Porrúa, México, D.F., 1976.
54. Leff, E. 1980. *Ecología y capital. Antropología y Marxismo*. Abr-Sep.
55. -----.: *Biosociología y la articulación de las ciencias*, - UNAM., México, D.F., 1981.
58. Lorenzano, C.: *La estructura psicosocial del arte, Siglo - XXI*, México, D.F., 1982.
59. Margalef, R.: *Ecología*, Omega, España, 1970.
60. -----.: *La biosfera*, Omega, España, 1980.
61. Marín, G.: *Actitudes*. En Whittaker, J. (dir.): *Psicología social en el mundo de hoy*, Trillas, México, D.F., 1980.
64. ---- y otros.: *Introducción a los métodos de la sociología empírica*, Alianza Universidad, España, 1975.
65. McClung, E.: *Ecología cultural en mesoamérica*, UNAM., México, D.F., 1979.
66. Moreno, J.: *Fundamentos de la sociometría*, Paidós, Buenos - Aires, 1972.
68. Marx, K.: *El Capital, Siglo XXI*, México, D.F., 1980.
69. Nicanor, U.: *Filosofía de la ciencia y metodología científica*, Dedeé de Brower, 1981.
71. Odum, E.: *Ecología*, Interamericana, México, D.F., 1977.
74. Piaget, J.: *Biología y conocimiento. Siglo XXI*, México, D.F. 1983.
75. Pianka, E.: *Evolutionary Ecology*, Harper and Row, U.S.A. - 1978.
76. Pielou, E.: *Mathematical Ecology*, John Wiley and Sons, U. S.A., 1977.
80. Rada y Dyson-Hudson. 1979. *Pastoreo de subsistencia en Uganda*. En *Biología y cultura*, Selecciones Scientific American, H. Blumes, España, 1979.

81. Rappaport, R. 1979. El flujo de energía en una sociedad agrícola. En *Biología y cultura, Selecciones Científicas Americanas*, H. Blumes, España, 1979.
83. Runakunap y otros.: *La tecnología del mundo andino*, UNAM., Tomo 1, México, D.F., 1981.
84. Rzedowsky, J.: *Vegetación en México*, Limusa, México, D.F., - 1978.
85. R. Neuman.: *Matemáticas, Verdad, Realidad*, Grijalbo, España, 1969.
86. Sandoval, P. 1980. *Materialismo cultural y materialismo histórico en el estudio de la sociedad-naturaleza. Antropología y Marxismo*. Abr-Sep.
88. Somon, H. 1968. *Theories of decisions-making in economics and behavioral science*. En *Clarkson.: Managerial economics, - - Penguin modern economics*, Gran Bretaña, 1968.
92. Toledo, V. 1980. *La ecología del modo campesino de producción. Antropología y Marxismo*. Abr-Sep.
93. Toledo, V. 1981. *Crítica de la ecología política*. Nexos. Nov.
94. Toledo, V. y otros. 1982. *Uso múltiple del ecosistema, estrategia de desarrollo*. Ciencia y Desarrollo. Nov.
95. Triandis, H. 1977. *Exploratory factor analyses of behavioral component of social attitudes*. En "Reading in attitudes - - measurement", Martin Fishbein, 1977.
96. Villaseñor, A. y otros. 1983. *Un nuevo enfoque sobre la interacción Naturaleza-Sociedad: el enfoque de la teoría general de los sistemas (inédito)*.
98. -----.: *Hacia una historia del ambiente en América Latina, Nueva Sociedad/Nueva Imagen*, México, D.F., 1983.
99. Whittaker, J.: *Psicología social en el mundo de hoy*, Trillas, México, D.F., 1980.
101. W. Berry.: *An ecological cultural perspective*, John Wiley & Sons, U.S.A. 1976.

103. W. Heimstra y H. McFarling.: *Psicología ambiental, El manual Moderno*, México, D.F., 1979.
104. Zeman, J. 1979. *Clásicos de la comunicación: origen y significado de la información*. Cuadernos de comunicación. Enero.
105. Zubieta, R.: *Lógica matemática elemental*, Esfinge, México, D.F., 1977.

V. Conclusiones.

1. El diagrama de efectos inmediatos de la página 35, representa las relaciones más probables entre los elementos naturales y sociales, indica mediante las matrices S , S^2 y S^3 que el elemento que ejerce mayor influencia en el conjunto de elementos en la interacción N-S son las herramientas materiales. Por otro lado, la matriz cúbica, S^3 , muestra dos conjuntos de elementos afines, uno social y otro natural, los que están articulados por medio de las herramientas materiales y conceptuales. Esto significa que en la evolución de la interacción N-S, la tecnología ha tenido gran influencia en el desarrollo de la interacción N-S. Sin embargo, estas afirmaciones parten de suponer que todos los elementos tienen la misma importancia, y de que se cumplen las relaciones propuestas para el modelo.

2. De la elaboración del Índice biosociológico y biosocioenergético; se observa que la variedad sociológica no sólo es función del número de individuos, sino también de la energía, información y herramientas naturales, (E.I. hm.). Por lo tanto, un grupo pequeño en número puede tener mayor variedad sociológica, que un grupo mayor en número, según el empleo de E.I. hm. Lo que implica que el efecto del grupo pequeño sobre la variedad biológica del ecosistema sea mayor.

También se encontró que la variedad sociológica, no se incrementa ilimitadamente, sino que es afectada según la ley de la variedad obligada, debido a la acumulación de la misma variedad. Y -- que durante el desarrollo de los grupos informales, al alcanzarse la máxima variedad sociológica, surge la organización formal, lo que implica que, según el uso que realicen los grupos de la E.I. hm., entonces será su tipo de desarrollo lo que ocasiona que los grupos sociales no necesariamente pasan por los modos de producción señalados por Marx.

3. El efecto de la variedad sociológica sobre la variedad biológica del ecosistema (considerada constante por estar en el climax), se puede evaluar con el Índice biosociológico. Con este Índice se puede conocer el tiempo en el cual se agotaría la variedad biológica del ecosistema, en los casos cuando la variedad sociológica es constante y cuando crece exponencialmente.
4. El Índice biosocioenergético se puede emplear para conocer el momento en el cual un aumento en la variedad total del sistema interacción N-S, no genera los mismos beneficios que al principio de su desarrollo.
5. Cuando la variedad biológica y sociológica se comportan lógicamente, se presentan cuatro casos durante el desarrollo de la interacción N-S: a) El ecosistema permanece cuando la variedad sociológica no es suficiente para alterarlo; -- b) que la variedad sociológica tiene como efecto la desaparición de la variedad biológica y en su lugar surge una ciudad; c) que se presente la homeostasis, en donde ante cualquier perturbación sobre el sistema interacción N-S, la tendencia del sistema es la recuperación de su estado de equilibrio; - d) que se presente un punto de equilibrio inestable, en donde alguna perturbación provocada al sistema, puede favorecer al ecosistema o la formación de una ciudad.
6. En la elaboración del proceso biosociocognoscitivo, se encontró que el componente cognoscitivo presenta tres características: a) es un subsistema; b) un regulador y c) una variable esencia. Que dependiendo del desarrollo del componente cognoscitivo, será el tipo de desarrollo de la interacción N-S. Y que el control del sistema interacción N-S depende del componente cognoscitivo, puesto que es reductor de varie-

dad; pero que al ser el componente cognoscitivo una variable esencial, se requiere evitar aquellos factores psicológicos - que lo perturben. Finalmente se observó, que durante el desarrollo de la interacción N-S, el sistema pasa de flujos de información extracognoscitivos a flujos de información intra-cognoscitivos.

7. Con los Índices biosociológico y biosocioenergético, y el proceso biosociocognoscitivo se construye un modelo tabular, de la tendencia del desarrollo de la interacción N-S.

Glosario.

Cibernética: Es la ciencia del control y de la comunicación en el animal y en las máquinas; es el arte de guiar. La cibernética no estudia objetos, sino modos de comportamiento.- Es por lo tanto, esencialmente funcional y conductista (2).

Complejidad: La complejidad se relaciona con las interacciones de los elementos del sistema, y con la variedad de cada elemento. Así, un sistema tiende a ser más complejo cuando las interacciones como la variedad aumentan (42).

Diagrama de efectos inmediatos: Si tenemos un sistema de cuatro elementos, tales como u , x , " y " y z , y el siguiente modelo: $y' = 2uy - z$, describe el comportamiento de este sistema, entonces se puede notar que cuando " y " tiene un valor determinado, en el próximo período tendrá un valor particular que depende de los que tiene u y z , pero no del que tiene x . Se dice que los elementos o variables u y z tienen un efecto inmediato en " y ". (2)

Enfoque reduccionista: Es la tendencia que ha seguido la ciencia al dividir el sistema total en subsistemas. Sin considerar que el sistema total tiene un comportamiento que generalmente no puede ser explicado a través de cada uno de los subsistemas en forma más o menos interdependientes. (42).

Estructura. Está dada por las propiedades producidas por el comportamiento del sistema (70). También se puede definir como el conjunto de componentes y sus relaciones. (53a).

Información: La información es la clasificación de símbolos y sus relaciones en una conexión con la organización de los órganos y de las funciones de un ser vivo o la organización -

de un sistema social cualquiera. La información expresa la organización de un sistema que puede ser descrito matemáticamente. (104)

Interacción: Significa que ninguno de los sistemas que se encuentre en interacción es exclusivamente definitorio, o sea, que ninguno es más importante que el otro. (7)

Rekursividad: Cuando un sistema Y contiene un componente que es un sistema X y a la vez el sistema Y es parte de otro sistema Z. Decimos que el sistema X es un subsistema y que el sistema Z es un supersistema. (42).

Sinergético: Significa que se comporta como un sistema. (42)

Sistema abierto: Es aquel que interactúa con su medio, importando, transformando y exportando materia, energía e información. (8)

Apéndice de Regulación y Control.

Walter B cannon fué el primero en hablar de los mecanismos de la homeostasis. Cannon reconoció que el estado homeostático, -cuya existencia se puede observar, es por sí mismo prueba simple de que ciertos agentes actúan para mantenerlo, ya sea que se puedan observar o no (ejemplo de este tipo sería el componente cognoscitivo). Señaló que estos agentes son, en gran parte, automáticos. El concepto de homeostasis es realmente una de las grandes ideas centrales de la biología, ya que --interconectan todos los aspectos de la organización biológica. La homeostasis es la que da las funciones del organismo la apariencia de una intencionalidad.

En el año 1948 apareció el primer libro de Cibernética: fué editado en París, publicado en lengua inglesa y escrito en Estados Unidos.

Su autor, N. Wiener decía: Donde hay organización debe haber comunicación y la comunicación es la condición indispensable para ordenar el mundo; ordenar en su doble sentido de clasificar y mandar.

Un organismo es tanto más complejo cuanto más informado este. Sin comunicación no hay orden, sin orden no hay organización. Una sola célula puede estar muy organizada y un dinosaurio - puede ser muy simple. Por tanto, no es cuestión de cantidad, sino de comunicación, es decir, que entre las estructuras que integran el sistema pase la corriente para que se hablen los componentes unos a otros y a través de este diálogo se mantengan ordenados.

La regulación de todas estas comunicaciones condujo a la Ci-
bernética, o ciencia de la información, a través de la cual -
se pudo establecer un gobierno autónomo de correlaciones o -
autogobierno.

El organismo animal sobrevive gracias a mecanismos reguladores que día a día, minuto a minuto, tratan de restablecer las cons-
tantes del organismo. Añadase a esto que todos los organismos se hallan sometidos a factores perturbadores y, por tanto, debe organizarse una lucha primero para someter la perturbación y luego para restablecer el orden. Si el organismo no lo logra acaece la muerte. Pero, se insiste sobre los puntos: la vida propone inexorablemente perturbación, la perturbación desencadenada mecanismo reguladores y estos mecanismos reguladores -
reducen o no, la perturbación. En el primer caso se sobrevive y en el segundo no.

Por lo tanto, las propiedades especiales que tienen los sistemas vivos parecerían ser función de interacciones complejas -
entre las subunidades mismas.

En términos generales se puede definir un sistema como únicamente dos o más partes conectadas, entre sí, puede ser un gru-
po de ecuaciones, un conjunto de sistemas inanimados o en organismos vivos. Todos los sistemas vivos son complejos. Una propiedad importante de cualquier sistema complejo es la capa-
cidad para realizar funciones que son mayores tanto en número como en cantidad, que la suma de las funciones de las partes del sistema. Esto significa que es imposible predecir el com-
portamiento de cualquier sistema complejo por análisis separado del comportamiento de cada una de las partes componentes sin importar lo detallado que sea el análisis del mismo. Por ejemplo, sería imposible predecir las miles de funciones que

puede realizar una computadora digital a partir de las especificaciones de los materiales que la componen, de la misma forma en que no se puede deducir la capacidad fonética expresiva de una persona por el sólo comportamiento de las bases físico-químicas de la acción de los músculos que participan en la función. En este contexto la estructura del sistema es de gran importancia. Lo que es una computadora o su función, guardan poca relación con sus componentes.

Lo anterior hace que el análisis tenga dificultades obvias. Cualquier sistema viviente debe ser analizado necesariamente en fragmento, si se quiere conocer las propiedades de sus constituyentes. Este tipo de análisis no toma en cuenta la estructura, organización e interacción que están presentes en un animal intacto. Todo lo cual resulta de valor inestimable desde el punto de vista funcional.

Entonces, para comprender la regulación y el control (homeostasis) es necesario el estudio de temas de la teoría de la información, los cuales son:

a) Conjuntos e individuos.

Sucede a veces que una afirmación es igualmente válida para un individuo y para el conjunto: "el elefante come con la trompa", por ejemplo. Pero la circunstancia de que esa doble aplicación sea común, no debe hacer subestimar el hecho de que ciertos tipos de enunciados son aplicables solamente al conjunto (o sólo al individuo), y resultan engañosos y originan confusiones si no se aplican correctamente. Así, un gramo de gas ácido iódico, en un momento dado puede estar ionizado, en un 37%; esta afirmación sin embargo, no puede aplicarse a las moléculas individuales, las que están totalmente ionizadas.

b) Comunicación.

El concepto de conjunto también desempeña un papel esencial en la Teoría de la comunicación, sobre todo en la desarrollada por Shannon y Wiener. Por ejemplo, cuando se piensa en un telegrama al principio sólo se advierte la cualidad de singularidad de un telegrama. Empero, el acto de comunicación implica necesariamente la existencia de un conjunto de posibilidades.

c) Variedad.

Dado un conjunto, ¿Cuántos elementos diferenciables contiene? si se ignora el orden en que se presenta el conjunto

$a, b, c, a, c, c, a, b, c, b, b, a$

de doce elementos, contiene sólo tres elementos distintos a, b, c . Se dice que un conjunto tal tiene una variedad de tres componentes.

La variedad usada en relación a un conjunto de elementos diferenciables, significa:

a) el número de elementos distintos, o bien b) el logarismo de base x de dicho número.

d) Constricción.

Un concepto importante es la constricción. Esta es la relación entre dos conjuntos y se produce cuando la variedad que existe en una condición es menor que la variedad que existe en otra condición. Así, la variedad de sexos en la raza huma

na es de 1 bit; si en una determinada escuela sólo se admiten varones, la variedad de sexos es cero; como cero es menor que uno, hay constricción.

e) Desarrollo de la medida de variedad por Shannon.

Shannon ha ideado una medida para la cantidad de variedad, la cual según se ha demostrado, tiene fundamental importancia en muchos problemas relacionados con la transmisión. Esta medida se desarrolla de la siguiente manera. Si un conjunto tiene variedad y si mediante algún proceso de muestreo se toma una muestra de un ítem del conjunto, los diversos resultados posibles de la extracción están asociados a diferentes probabilidades correspondientes. Por ejemplo, si la variedad de luces del tránsito es cuatro, y en ellas se dan las combinaciones

- 1 rojo
- 2 rojo, amarillo
- 3 verde
- 4 amarillo

que duran 25, 5, 25 y 5 segundos respectivamente, un conductor que aparezca súbitamente a intervalos regulares, encuentra las luces en los diversos estados de aproximadamente 42,8, 42 y 8% respectivamente. Considerados como posibilidades, estos se convierten en 0.42, 0.08, 0.42 y 0.08. Así el estado verde tiene (si se emplea este método peculiar de muestreo) una probabilidad, cualquier conjunto de probabilidades, cualquier conjunto de fracciones positivas cuya suma sea uno, puede ser considerado correspondientemente de algún conjunto cuyos miembros exhiben variedad. Siendo P_1, P_2, \dots, P_n , las probabilidades calculadas, el método de Shannon obtiene a partir de ellas

una cantidad.

$$P_1 \log P_1 - P_2 \log P_2 \dots - P_n \log P_n$$

que se llama variedad del conjunto de probabilidades; la variedad se denota por medio de H . Por ejemplo, si se toma logaritmos naturales, la variedad asociada a las luces de tránsito es

$$- 2 (0.42 / \ln 0.42) - 2 (0.08 \ln 0.8) = 0.566 \text{ nat}$$

f) Propiedades de la variedad.

La variedad así calculada tiene varias importantes propiedades. En primer lugar, es máximo para un número (n) dado de probabilidades, cuando estas son iguales. En segundo lugar, H distintas procedentes de conjuntos diferentes, con cualidades convenientes, pueden combinarse para dar una variedad promedio.

g) Supuestos a la medición de variedad.

Es conveniente señalar que la medición de Shannon, así como los diversos e importantes teoremas que la aplican, se basan en algunos supuestos. Por lo común, estos se cumplen en la ingeniería de las telecomunicaciones, pero de ninguna manera se cumplen - tan a menudo en el mundo biológico.

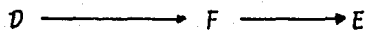
El método de medición y los teoremas de Shannon deben, por lo tanto aplicarse con mucho cuidado. Sus principales supuestos son:

a) si se aplican a un conjunto de probabilidades, las diversas fracciones deben sumar uno; no puede calcularse la variedad en un conjunto incompleto de probabilidades, b) si se aplican a una fuente de información con varios conjuntos de probabilidades, la matriz de probabilidades de transición debe ser markoviana; esto equivale a decir que las probabilidades de cada transición debe depender solamente del estado en que se encuentra el sistema y no de los estados en que se encontró anterior-

mente. Si es necesario, los estados de la fuente deben ser definidos de nuevo, de manera que esta se torne markoviana, c) las diversas variedades de las varias columnas son promediadas usando las proporciones del equilibrio final. Según esto, los teoremas suponen que se ha permitido que el sistema cualquiera que - haya sido la forma en que se inició, evoluciona durante un tiempo largo de tal manera que los estados hayan alcanzado sus estados de equilibrio.

h) Disturbio, regulación y variables esenciales.

Considérese el siguiente diagrama de efectos inmediatos.

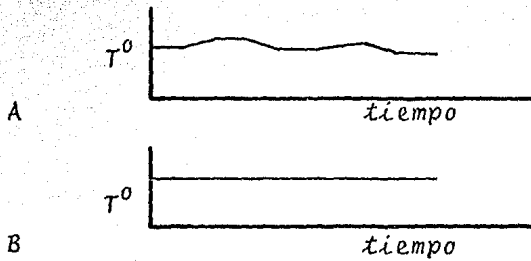


en el cual E es el conjunto de variables esenciales, D es la - fuente de perturbación y peligro del resto del mundo, y F es - la parte interpolada que forma el modelo genético para prote-ger a E. (F puede incluir también las partes del medio que pueden ser usadas en forma similar para la protección de E, la madriguera en el caso del conejo o la espada usada por el espada chín). Lo que se quiere señalar es que el conjunto de valores posibles de E. Si F es un regulador, la incursión de F entre D y E disminuye la variedad transmitida de D a E. Por lo tanto, una función esencial de F como regulador es que bloquea la - - transmisión de variedad desde la perturbación a la variable - - esencial.

Dado que esta característica también implica que la función del regulador es bloquear el flujo de información, esta tesis se - encamina más detenidamente para comprobar si es razonable.

Supóngase que se le ofrecen dos baños, y se quiere decidir - - cual comprar. Se prueban un día simultáneamente sometiéndolos a las mismas perturbaciones y se examinan luego los resultados

registrados de las temperaturas; estas son las que se reproducen en la figura



No hay duda de que el modelo B es el mejor, y si se decide esto precisamente porque su registro no da información, como lo hace A, acerca de las perturbaciones de calor o frío a que fue sometido. Parecería que ni el termómetro ni el agua del baño B hubieran sido capaces de advertir ninguna de las perturbaciones.

La misma tesis se aplica a regulaciones superiores obtenidas por actividades tales como cazar para comer, ganarse el pan de cada día. Así, mientras que el cazador poco diestro, o el que se gana la vida en forma diestra atraviesa los mismos tiempos difíciles, y sometido al hígado y a los tejidos (las variables esenciales) a estados extremos y quizá contrarios a la fisiología normal, el cazador hábil o el que se gana la vida en forma diestra atraviesa los mismos tiempos difíciles sin que su hígado o sus tejidos lleguen a tales extremos. En otras palabras, su destreza como regulador está demostrada por el hecho entre otros, impedir que la información de la época llegue a las variables esenciales.

i) Variedad obligada.

El tema de la regulación tiene vastas aplicaciones, ya que comprende la mayoría de las actividades en el ámbito de la fisiología.

logía, la sociología, la ecología, la economía y de la mayoría de las ramas de la ciencia y de la vida.

Olvidese por el momento todo lo referente a la regulación, y supóngase simplemente que se está observando a dos jugadores R y D. Sígase la actividad de R que intenta apuntarse una (a). Las reglas son estas, los jugadores tienen ante sí, y pueden ver la tabla siguiente:

		R	
		a	B
	1	b	a
D	2	a	c
	3	c	b

D debe actuar primero, seleccionando un número, y mediante este una fila determinada. Luego, conociendo este número, R elige -- una letra griega, y por lo tanto, una columna determinada. La letra en bastardilla especificada por la intersección de la fila y la columna es el resultado. Si el mismo es (a), R gana; en caso contrario R gana.

Al terminar la tabla se advierte rápidamente que con ella R -- puede ganar siempre. Cualquiera que sea el primer valor seleccionado por D, R puede elegir siempre una letra griega que arroje el resultado que desea. Por ejemplo, si D selecciona 1, R selecciona beta; si D selecciona 2, R selecciona alfa, y así sucesivamente, de hecho, si R actúa de acuerdo con la transformación

1	2	3
B	a	B

siempre puede lograr que el resultado sea (a).

La posición de R, con esta tabla particularmente favorable, puede forzar siempre (a) como resultado, además con la misma facilidad puede forzar (b) o (c); si así lo desea. De hecho, R tiene control completo sobre el resultado. La tabla utilizada anteriormente es por supuesto, peculiarmente favorable a R. Empero existen otras tablas posibles. Supóngase, por ejemplo, que a D y R, jugando con las mismas reglas, se les da la tabla siguiente

		R			
		B	r	s	
D	1	b	d	a	a
	2	a	d	a	d
	3	d	a	a	a
	4	d	b	a	b
	5	d	a	b	d

en la cual D puede elegir entre 5 movidas y R entre 4 movidas.

Si (a) es el objetivo, R siempre puede ganar. Si D selecciona 3 R tiene varias maneras de ganar. Como cada fila tiene por lo menos una (a), R puede siempre forzar la aparición de (a) como resultado. Por otra parte, si el objetivo es (b), no siempre puede ganar R, pues si D selecciona 3, no existe un movimiento por el cual R pueda producir el resultado (b). Si el objetivo es (c), R está perdido, pues D gana siempre.

Puede advertirse que distintos ordenamientos en la tabla, diferentes números de estados disponibles para D y R, pueden producir una variedad de situaciones desde el punto de vista de R.

¿Puede formularse algún enunciado general sobre los modos de juego de R y sus perspectivas de éxito?

Si en la tabla se permiten plena generalidad, las posibilidades son tantas, tan arbitrarias y tan complicadas, que poco puede decirse. Hay un tipo sin embargo, que permite un enunciado pre-

ciso y es, al mismo tiempo, suficientemente general como para interesar (es también fundamental el material en la teoría de la regulación).

En todas las tablas posibles, se eliminan según las cuales el juego de R es demasiado fácil y carece de interés. Puede advertirse que si una columna contiene repeticiones, el juego de R no tiene porque ser discriminativo, es decir, R no necesita -- cambiar su movida a cada cambio en la movida de D. Por tanto se examinará sólo aquellas en las que ninguna columna contiene un resultado repetido. Cuando esto sucede, R tendrá que seleccionar su movida con pleno conocimiento de la movida de D, es decir, cualquier cambio en la movida de D requiere un cambio -- por parte de R. (En este caso no se basará en ningún supuesto acerca de la manera en que los resultados de una columna están relacionados con la de otra, y por consiguiente estas relaciones carecen de restricciones).

Una tabla de este tipo es la siguiente

	a	B	r				
1	f	f	k	6	h	h	m
2	k	e	f	7	j	d	d
3	m	k	a	8	a	p	j
4	b	b	b	9	l	n	h
5	c	g	c				

Dado ahora un objetivo, se permite que R especifique cual será la jugada, para cada jugada de D. Lo esencial es que, gane o pierda R debe especificar una y sólo una movida en respuesta a cada movida de D.

Una especificación o estrategia, como también podría llamarse -- sería:

Si D elige 1, yo elijo gama

Si D elige 2, yo elijo alfa

Si D elige 3, yo elijo beta

... ..

Si D elige 9, yo elijo alfa

Por supuesto, R está especificando una transformación (que debe ser uniforme, dado que R no puede realizar dos movidas simultáneamente):

$$\begin{array}{cccc} \downarrow & 1 & 2 & 3 \dots 9 \\ & k & a & B \quad a \end{array}$$

Esta transformación especifica una forma única de un conjunto de resultados: aquellos que ocurrirán, de hecho, si D , a lo largo de una sucesión de juegos, incluyera cada movida posible por lo menos una vez. Uno y gama dan el resultado de k , y así sucesivamente, conduciendo a la transformación:

$$\begin{array}{ccc} (1, \text{gama}) & (2, \text{alfa}) & \dots (9, \text{alfa}) \\ \downarrow & & \\ k & k & k \end{array}$$

Es posible establecer que la variedad en este conjunto de resultados no puede ser menor que

Variedad D / Variedad R

es decir en este caso, $9/3 = 3$.

k) Ley de la variedad obligada.

Se puede observar ahora este juego (aún con la restricción de que ningún elemento esté repetido en su columna) de este punto de vista ligeramente diferente. Si la movida de R es inva-

riable (constante), de manera que R realiza siempre la misma jugada cualquiera que sea la de D, entonces la variedad de los resultados es tan grande como la variedad de movidas de D. - Todo sucede como si D ejerciese pleno control sobre los resultados. Si a continuación R usa o dispone de dos movidas, la variedad de los resultados puede reducirse, en consecuencia - a la mitad (por lo menos). Si R tiene tres movidas, la variedad puede reducirse a la tercera parte (por lo menos), y así sucesivamente. Por lo tanto, si la variedad de los resultados debe reducirse algún número o fracción establecidos de la variedad de D, la variedad de R debe incrementarse por lo menos hasta el mínimo apropiado. Solo la variedad en las movidas de R puede lograr una disminución de la variedad en los resultados.

Las variedades se miden logarítmicamente y si se cumplen las mismas condiciones, en ese caso el teorema asume una forma - muy simple. Sea H_d la variedad de D, H_r la variedad de R, - H_p la del resultado (todas medidas logarítmicamente). En la sucesión precedente ya se ha demostrado que H_p no puede ser - numéricamente menor que el valor de H_d/H_r . Por lo tanto, el valor mínimo de H_p es H_d/H_r .

Si se da una H_d fija, H_d/H_r puede ser disminuida sólo por un incremento de H_r . Por lo tanto, si la variedad en los resultados es mínimo, sólo puede disminuirse más aún por incremento correspondiente en la variedad de R.

Esta es la ley de la variedad obligada. Para expresarla en - forma más gráfica: sólo la variedad en R puede lograr una disminución en la variedad producida por D, la variedad sólo puede destruirse por medio de la variedad.

1) Regulación

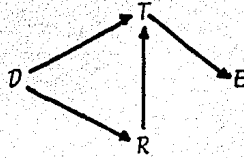
La Ley de la variedad obligada es fundamental en la teoría de la regulación y con ella se puede medir la regulación. Entonces, qué es lo que se entiende, en esencia, por regulación.

Existen en primer término, un conjunto de perturbaciones que comienzan en el mundo exterior al organismo, por lo regular lejos de éste, y que, si el regulador no actúa, amenazamos sacar las variables esenciales fuera de su escala apropiada de valores. Los valores de E corresponden a los resultados de los incisos anteriores. De todos estos valores E , sólo unos pocos (n) son compatibles con la vida del organismo, o no son objeta**bles**, de manera que el regulador R para tener éxito, debe adoptar un valor relacionado de tal manera con el de D , que el resultado esté siempre, si es posible, dentro del conjunto aceptable (n), es decir, dentro de los límites fisiológicos normales.

En primer lugar, se supone la tabla como el inflexible mundo externo, o de aquellas cuestiones internas que el presunto regulador debe presuponer. Realícese ahora un proceso: D toma un valor arbitrario, R toma un valor determinado por el de D , la tabla determina un resultado y éste puede darse o no en (n). Usualmente se repite el proceso, como cuando un baño termostático enfrenta varias perturbaciones durante el día.

Luego D toma otro valor, R otro, y se produce otro resultado, el cual puede estar o no en (n). Y así, sucesivamente. Si R es un regulador bien construido, que trabaje exitosamente, - entonces R es una transformación tal de D que todos los resultados se dan en (n). En este caso, R y T están actuando juntos como la barrera F .

Se puede mostrar ahora esas relaciones con ayuda del diagrama de efectos inmediatos:



Las flechas representan canales de comunicación existentes. La variedad de D determina la variedad de R; y la variedad de T - (- tabla) está determinada por la de D y por la de R. Ahora se puede determinar como es el fenómeno en general de la regulación en términos de comunicación. Si R no hace nada, es decir, si se mantiene en un valor, en este caso la variedad de D está a punto de pasar de T a E, contrariamente a lo que se desea. Puede suceder que T, sin cambio de R, bloquee parte de la variedad y ocasionalmente este bloqueo puede dar constancia suficiente para la conservación de E. Pero más comunmente fué necesaria una mayor supresión de E; esto sólo puede lograrse, según vimos incrementando la variedad de R.

Bibliografía.

- Ashby, W.: *Introducción a la Cibernética*, Nueva Visión, Buenos Aires, 1977.
- Beck, S.: *Fisiología: Molecular, Celular y Sistemática*. 1a. Ed., Publicaciones Cultural, México, D.F. 1977
- Bellamy, D., et al. : *Fisiología Ecológica*, H. Blume, España, 1976.
- Bertalanffy, L.: *La Teoría General de los Sistemas*, F.C.E., México, D.F. 1976.
- Goldstein, L.: *Fisiología Comparada*, Interamericana, México, D.F., 1982.
- Johansen, B.: *Introducción a la Teoría General de los Sistemas*, Limusa, México, D.F. 1982.
- Parker, L y Jane, K.: *Anatomía y Fisiología*, Interamericana, México, D.F. 1977.
- Pielou, E.: *Mathematical Ecology*, John Wiley and Sons, U.S.A., 1977.
- Schoderbeck et al.: *Management Systems*, Business Publications, U.S.A. 1980.
- Wiener, N.: *Cibernética y Sociedad*, Ciencia y Desarrollo, México, D.F. 1981.

Apéndice de Teoría General de los Sistemas.

a. Que es un sistema.

Es fundamental para la comprensión del tema tratado aquí, tener la mayor claridad posible sobre el concepto de "sistema"; pues como se señala en el prefacio II, el término sistema es la principal barrera para estudiar la interacción N-S" como "un sistema".

Del American Heritage dictionary, se encuentran las siguientes definiciones sobre la palabra sistema: 1. Un grupo de elementos interactuando, interrelacionando ó interdependientes que se considera forma una entidad colectiva. 2. Un grupo de elementos funcionalmente relacionados, como: a) el cuerpo humano considerado como una unidad fisiológica funcional, b) un grupo de componentes interactuando mecánica ó eléctricamente. 3. Un grupo de elementos o partes relacionadas estructuralmente o anatómicamente. (El término sistema procede del latín - *systema*, y del griego *systema*, que significa un todo compuesto).

Una definición del concepto de sistema, que puede ayudar a aclarar esta palabra, se encuentra cuando el término sistema se aplica en la definición de ecosistema. Al respecto se encuentra en Odum (7) lo siguiente "El concepto del ecosistema es y debe ser vasto, siendo su principal función en el pensamiento ecológico la de subrayar las relaciones forzosas, la interdependencia y las relaciones causales, esto es, el acoplamiento de componentes para formar unidades funcionales. "[continúa]"... puesto que las partes son inseparables, desde el punto de vista funcional, del todo..." (pág.7). Más adelante Odum, añade, "A condición que los componentes principales estén presentes y operen juntos para producir alguna clase

de estabilidad funcional, siquiera durante breve tiempo, el conjunto podrá considerarse como un ecosistema. Un charco temporal, por ejemplo, constituye un ecosistema perfectamente definido, con organismos y procesos característicos, pese a que su existencia activa esté limitada a un período breve de tiempo." (pág. 8).

Se puede entonces definir el término sistema como: un grupo de elementos que interactúan generando procesos y propiedades características, de una unidad funcional que se llama sistema.

Se dice que un sistema tiene propiedades y procesos característicos, porque no se les puede encontrar en cada uno de los -- elementos que forman el sistema. Por ejemplo: a) una población biológica vista como sistema, tiene una tasa de producción específica (supóngase de 3%). Entonces se dice que la población (como sistema) tiene un incremento anual del 3%, pero es absurdo decir que un individuo (elemento del sistema) se incrementa el 3% anualmente y b) sería imposible predecir las miles de funciones que puede realizar una computadora digital, a partir de las especificaciones de los materiales que la componen de la misma forma en que no se puede deducir la capacidad fonética expresiva de una persona por el sólo conocimiento de las bases físicoquímicas de la acción de los músculos que participan en la formación. En este contexto la estructura del sistema es de gran importancia. Por esta razón, se señala que la suma de las partes o elementos, no es igual al todo.

b) La Teoría General de los Sistemas.

El concepto de sistema como está definido arriba, surge de la Teoría General de los Sistemas (T.G.Ss.). La T.G.Ss., como

se plantea en la actualidad se encuentra estrechamente relacionada con el trabajo de Ludwig von Bertalanffy, biólogo - alemán, especialmente a partir de la presentación que hizo de la Teoría de los Sistemas Abiertos. Desde este punto de vista se puede decir, entonces, que la idea de la T.G.Ss., tiene su origen en 1925, cuando Bertalanffy hizo públicas sus investigaciones sobre sistemas abiertos.

El objetivo de la T.G.Ss., es la formación y derivación de - aquellos principios que son válidos para los sistemas en general, sin importar que sean de naturaleza física, biológica, - sociológica o económica. Consecuencia de la presencia de propiedades generales de sistemas, es la aparición de similitudes estructurales ó isomorfismos en diferentes campos de la ciencia o ramas científicas. Hay correspondencia entre los principios que rigen el comportamiento de entidades que son - intrínsecamente muy distintas, vistas como un sistema. Por tomar un ejemplo, se puede explicar la ley exponencial de crecimiento a poblaciones de bacterias o de humanos, al desarrollo y conducta de enfermedades contagiosas. Las entidades en cuestión, bacterias, animales, gente, enfermedades contagiosas, - etc., son completamente diferentes, y otro tanto ocurre con los mecanismos causales en cuestión. Empero la ley matemática es la misma.

Desde el punto de vista de la T.G.Ss., la realidad es única, y es una totalidad que se comporta de acuerdo a una determina da conducta. Por tanto la T.G.Ss., al abordar esa totalidad debe llevar consigo una visión integral o total. Bertalanffy señala que el enfoque analítico con que se ha desarrollado el saber científico hasta nuestra época, ha ocasionado que la realidad sea dividida y sus partes sean explicadas por diferentes ciencias; es como si la realidad, tomada como un sistema, hu-

biese sido dividida en un cierto número de subsistemas (independientes, interdependientes), y cada uno de ellos hubiese pasado a constituir la unidad de análisis de una determinada rama del saber humano. Pero resulta que la realidad (el sistema total) tiene una conducta que, generalmente, no puede ser prevista o explicada a través del estudio y análisis de cada una de sus partes, en forma más o menos interdependientes. O sea, que el todo no es igual a la suma de sus partes.

c) Tipos de Sistemas.

Se encuentran tres tipos de sistemas, según sus intercambios de materia y energía. Se tiene: a) un sistema aislado, cuando el intercambio de materia y energía es cero; b) un sistema cerrado, cuando el intercambio de materia es cero, pero el de energía es distinto de cero y c) un sistema abierto, en el momento en que el cambio de materia y energía es distinto de cero.

En el presente existe un parámetro más para especificar y estudiar los sistemas, este parámetro es denominado información. W. Zeman sky en el capítulo Mecánica Estadística, presenta una relación entre la información y la entropía. Esta relación es

$$S_1 = S_0 - I \quad \text{c.1}$$

la cual señala que al aumentar la información (I), reduce la entropía resultante.

Por lo tanto, la información tiene la propiedad de organizar, despejando I de la ecuación (c.1) se tiene

$$I = -(S_1 + S_0) = -\Delta S \quad \text{c.2}$$

en donde se puede notar que la información es igual a la entropía negativa. No obstante existe escepticismo para aplicar este concepto en sistemas abiertos, al respecto Wiener señala, "Hay quienes se muestran escépticos ante una posible identidad de entropía y desorganización biológica. Tendré que evaluar esa crítica tarde o temprano, pero por el momento, debo suponer que las diferencias no están en la naturaleza fundamental de aquellas cantidades, sino en los sistemas en las que éstas son observadas. Sería demasiado pedir que se llegara a una definición clara y contundente de entropía, con tal que todos los escritores estuvieran de acuerdo en aplicarla a cualquier sistema además del sistema cerrado y aislado". (pág. 16).

Bibliografía.

- Ashby, W.: *Introducción a la cibernética*, Nueva Visión, Buenos Aires, 1977.
- Bertalanffy, L.: *Teoría General de los Sistemas*, F.C.E. México, D.F. 1973.
- Johansen, B.: *Introducción a la teoría general de los Sistemas*, Limusa, México, D.F. 1982.
- Margalef, R.: *La biosfera*, Omega, España, 1980.
- Schoderbeck, et al.: *Management systems*, Business Publications, U.S.A., 1980.
- W. Zemansky.: *Heat and Thermodynamic*, Mc Grow Hill, U.S.A. 1980.
- Wiener, N.: *Cibernética y Sociedad*, Ciencia y Desarrollo, México, D.F., 1981.

Bibliografía Consultada.

1. American Heritage Dictionary, editor Marris, W., publicado por Houghton Mifflin Company, U.S.A., 1980.
2. Ashby, W.: *Introducción a la cibernética*, Nueva Visión, Buenos Aires, 1977.
3. Armijo, G. 1976. *Ecodesarrollo como un proceso de transformación de ecosistemas*. En Leff, E. (dir.): *Primer Simposium sobre ecodesarrollo organizado por la Asociación Mexicana de Epistemología*, UNAM., Nov. 1976.
4. Armijo, G. y otros. 1982. *Manejo integral de los recursos renovables*. *Ciencia y Desarrollo*, Nov.-Dic., No. 47.
5. Anderson, L.: *The economics of fishers management*, John Hopknie University Press Baltimore and London, E.E.U.U. 1977.
6. Braidwood, R.: 1979. *La revolución agrícola*. En *Biología y Cultura*, Sececciones de Scientific American, H. Blumes, España, 1979.
7. Brailosvsky, A. y Foguelman, D. 1979. *Multinacionales y medio ambiente*, Nexos, Dic.
8. Bertalanffy, L.: *Teoría general de los sistemas*, F.C.E., México, D.F., 1976.
9. Barkin, D. 1977. *Desarrollo regional y reorganización campesina*. *Comercio Exterior*, Nov.
10. Best, J.: *Como investigar en la educación*, Morata, México, D.F., 1973.
11. Buckley, W.: 1978. *La epistemología, vista a través de la teoría de sistemas*. En J. Klir.: *Tendencias en la teoría general de los sistemas*, Alianza Universidad, España, 1978.
12. B. Kemp. 1979. *El lujo de energía en una sociedad de cazadores*. En *Biología y cultura*, Selecciones Scientific American, H. Blumes, España, 1979.
13. Cano, J. y C. Byrnes. 1973. *Adiestramiento en las ciencias sociales para profesionales en disciplinas agropecuarias: un enfoque integrado*. En *enseñanza e investigación en Sociología rural en América Latina*. Rlo de Janeiro, 1973.

14. Cafka, F. 1980. *Antropología ecológica. Antropología y Marxismo*. Abr-Sep.
15. Clark, C.: *Mathematical bioeconomics: The optimal management of renewable resource*, Wiley Interscience publication, New York, 1976.
16. Colinvaux, P.: *Introducción a la ecología*, Limusa, México, D.F., 1980.
17. Cropper, L. 1979. *The optimal extinction of a renewable natural resource*. *Journal of environmental economics and management*, Mar.
18. Cuanaloc: 1980. *El antropoecosistema campesino, proyecto de investigación*, C.P. Chapingo, Jul.
19. C. Franke. 1971. *The biologist, The psychologist, and the environmental crisis*. *BioScience*. Mar.
20. Daus y Whyburn.: *Introduction to mathematical analysis: with applications to problems of economics*, Addison-Wesley, U.S.A., 1965.
21. Dawson, J. 1982. *Socialización el proceso de convertirse en ser humano*. En Whittaker, J. (dir.): *La psicología social en el mundo de hoy*, Trillas, México, D.F., 1982.
22. Diestefano III, y otros.: *Retroalimentación y sistemas de control*, McGraw Hill, México, D.F., 1979.
23. Einstein, A.: *La relatividad*, Grijalbo, México, D.F., 1982.
24. Engels, F.: *Introducción a la dialéctica de la naturaleza*. En Marx, Engels, *Obras Escogidas*, Progreso, Moscú.
25. E. Kowal. 1970. *A rationale for modeling dynamic ecological systems*, *Contribution in systems ecology*, U.S.A., 1970.
26. Fierro, S. 1983. *La economía y el ambiente*. *Ciencia y Desarrollo*, Sep-Oct.
27. Fiore, E. 1980. *Arthur Lewis el atraso económico desde dentro*. *Ciencia y Desarrollo*. Nov-Dic.
28. Frolov, I. 1983. *Interpretación Marxista-Leninista del problema ecológico*. En Guerasimov, I. y otros.: *La sociedad y el medio natural*, Progreso, Moscú, 1983.

29. Garbacik, E. 1979. El proceso del crecimiento económico a la luz de la ley de la entropía. *El trimestre económico*, F.C.E., México, D.F., Abr-Jun.
30. García, R. 1983. Principios conceptuales y metodológicos de proyectos interdisciplinarios para la gestión ambiental. *Gaceta UNAM*. Nov.
31. Garza, A.: Manual de técnicas de investigación, El Colegio de México, México, D.F., 1980.
32. Goldstein, L.: Fisiología comparada, Interamericana, México, D.F., 1982.
33. Guerasimov, I. y otros.: La sociedad y el medio natural, *Progreso*, Moscú, 1983.
34. G. Franworth y B. Golley.: Ecosistemas frágiles, F.C.E., México, D.F., 1977.
35. Harnecker, M.: Los conceptos elementales del materialismo histórico, Siglo XXI, México, D.F., 1982.
36. Herskovits, M.: El hombre y sus obras, F.C.E., México, D.F., -- 1981.
37. Howen, H.: Natural resource economics, John Wiley, U.S.A. 1979.
38. Hurtibia, J. 1979. La evolución del pensamiento ecológico. -- Proyecto CEPAL/PNUM. Seminario regional, Santiago de Chile, - Nov.
39. H. Drury y C.T. Nisbet. 1981. Succession, Reprinted from the -- Arnold Arbor, J. Dic.
40. H. Favell.: La psicología evolutiva de Jean Piaget, Paidós, - México, D.F., 1983.
41. Johannes, I. 1975 La deforestación en la edad de piedra, *Scientific American*, El hombre y la ecosfera, Madrid, Blume, 1975.
42. Johansen, B.: Introducción a la teoría general de los sistemas, Limusa, México, D.F., 1982.
43. J. Klir.: Tendencias en la teoría general de los sistemas, -- Alianza Universidad, España, 1978.
44. Kahneman, D. y Tversky, A. 1982. Psicología de las preferencias. *Scientific American*. Mar.

45. Kast, J. y Rosenzweig.: *The theory and management systems*, - McGraw Hill, Tokio, 1973.
46. Klein, J.: *Estudios de los grupos*, F.C.E., México, D.F., 1961.
47. Krebs, J.: *Ecology*, Harper and Row Publishers, New York, -- 1978.
48. Kucera, C.: *The challenge of ecology*, the C.V. Mosby Company, U.S.A., 1978.
49. L. Wilder. 1976. *El método axiomático*. En *sigma*, *El mundo de las matemáticas*, Grijalbo, Barcelona, 1976.
50. Lange, O.: *Economía Política*, F.C.E., México, D.F., 1981.
51. -----.: *Los todos y las partes*, F.C.E., México, D.F., 1981.
52. Latherine y Jane.: *Anatomía y fisiología*, Interamericana, - México, D.F., 1977.
- 53a. Larroyo, F.: *Filosofía de las matemáticas*, Porrúa, México, D. F., 1976.
- 53b. -----.: *La lógica de las ciencias*, Porrúa, México, D.F., 1979.
54. Leff, E. 1980. *Ecología y capital*. *Antropología y Marxismo*. Abr-Sep.
55. -----.: *Biosociología y la articulación de las ciencias*, -- UNAM., México, D. F., 1981.
56. -----.: 1983. *Gestión ambiental: integradora de una serie de procesos culturales*. Gaceta UNAM. Dic.
57. López, J. 1982. *Ecología y sociedad*. *Geografía agrícola*. Jul.
58. Lorenzano, C.: *La estructura psicosocial del arte*, Siglo XXI, México, D.F., 1982.
59. Margalef, R.: *Ecología*, Omega, España, 1970.
60. -----.: *La biosfera*, Omega, España, 1980.
61. Marín, G.: *Actitudes*. En Whittaker, J. (dir.): *Psicología social en el mundo de hoy*, Trillas, México, D.F., 1980.
62. Marulanda, O. 1983. *Cultura y ambiente*. Gaceta UNAM. Dic.
63. Mayntz, R.: *Sociología de la organización*, Alianza Universidad, España, 1982.
64. -----. y otros.: *Introducción a los métodos de la sociología empírica*, Alianza Universidad, España, 1975.

65. McClung, E.: *Ecología cultural en mesoamérica*, UNAM., México, D.F., 1979.
66. Moreno, J.: *Fundamentos de la sociometría*, Paidós, Buenos Aires, 1972.
67. Morin, E.: *Ecología y revolución* (op.cit. por Vitale, L.: *Hacia una historia del ambiente en América Latina*, Nueva Sociedad/Nueva Imagen, México, D.F., 1983).
68. Marx, K.: *El Capital*, Siglo XXI, México, D.F., 1980.
69. Nicanor, U.: *Filosofía de la ciencia y metodología científica*, Dedeé de Brower, 1981.
70. Orchard, R. 1978. *Sobre un enfoque de la teoría general de los sistemas*. En J.Klin.: *Tendencias de la teoría general de los sistemas*, Alianza Universidad, Madrid, 1978.
71. Odu, E.: *Ecología*, Interamericana, México, D.F., 1977.
72. Odum, H.: *Ambiente, energía y sociedad*, Blume, España, 1980.
73. Owe, O.: *Conservación de los recursos naturales*, Pax-México, México, D.F., 1977.
74. Piaget, J.: *Biología y conocimiento*, Siglo XXI, México, D.F., - 1983.
75. Pianka, E.: *Evolutionary Ecology*, Harper and Row, U.S.A. 1978.
76. Pielou, E.: *Mathematical Ecology*, John Wiley and Sons, U.S.A., 1977.
77. Plourde, Ch. 1979. *Diagramatic representation of exploitation of natural resources dynamic iterations*, *Journal Environmental Economics and Management*. Oct.
78. Powers, E. 1979. *Planning for optimal mix of agricultural and wildlife land use*. *J. Wildl. Manage.* Sep.
79. Prawda, J.: *Métodos y modelos de investigación de operaciones*, Vol. 1-11, Limusa, México, D.F., 1981.
80. Rada y Dyson-Hudson. 1979. *Pastoreo de subsistencia en Uganda*. En *Biología y cultura*, *Selecciones Scientific American*, H. Blumes, España, 1979.
81. Rappaport, R. 1979. *El flujo de energía en una sociedad agrícola*. En *Biología y cultura*, *Selecciones Scientific American*, H. Blumes, España, 1979.

82. Repoport, A. 1978. Los usos de los isomorfismos matemáticos - en la teoría general de los sistemas. En J. Klein.: Tenden- - cias de la teoría general de los sistemas, Alianza Universidad, España, 1978.
83. Runakunap y otros.: La tecnología del mundo andino, UNAM., Tomo 1, México, D.F., 1981.
84. Rzedowsky, J.: Vegetación en México, Limusa, México, D.F., 1978.
85. R. Neuman.: Matemáticas, Verdad, Realidad, Grijalbo, España -- 1969.
86. Sandoval, P. 1980. Materialismo cultural y materialismo histórico en el estudio de la sociedad-naturaleza. Antropología y Marxismo. Abr-Sep.
87. Schoderbeck y otros.: Management Systems, Business Publications, U.S.A., 1980.
88. Simon, H. 1968. Theories of decisions-making in economics and behavioral science. En Clarkson.: Managerial economics, - - Penguin modern economics, Gran Bretaña, 1968.
89. Strauss, E.: Metodología de evaluación de los recursos naturales para la planificación económica y social, serie 11 antecipos de investigación, ILPES, Santiago de Chile, 1972.
90. Taylor, D. 1965. Decision making and problem solving. En - - Cyert, R.: Management Decision Making, Penguin Modern Management, Gran Bretaña, 1970.
91. Toesca, V.: La sociometría en la educación básica, Norcea, - Madrid, 1974.
92. Toledo, V. 1980. La ecología del modo campesino de producción. Antropología y Marxismo. Abr-Sep.
93. Toledo, V. 1981. Crítica de la ecología política. Nexos. Nov.
94. Toledo, V. y otros 1982. Uso múltiple del ecosistema, estrategia de desarrollo. Ciencia y Desarrollo. Nov.
95. Triandis, H. 1977. Exploratory factor analyses of behavioral - component of social attitudes. En "Reading in attitudes measurement", Martin Fishbein, 1977.

96. Villaseñor, A. y otros. 1983. *Un nuevo enfoque sobre la interacción Naturaleza-Sociedad: el enfoque de la teoría general de los sistemas* [inédito].
97. Vitale, L. 1980. *Ciencia del Ambiente*. Nueva Sociedad. Nov. - Dic.
98. -----: *Hacia una historia del ambiente en América Latina*, - Nueva Sociedad/Nueva Imagen, México, D.F., 1983.
99. Whittaker, J.: *Psicología social en el mundo de hoy*, Trillas, México, D.F., 1980.
100. Wiener, N.: *Cibernética y sociedad*, Ciencia y Desarrollo, México, D.F., 1981.
101. W. Barry.: *An ecological cultural perspective*, John Wiley & Sons, U.S.A., 1976.
102. W. Leontief. 1980. *La economía mundial en el año 2000*. Scientific American, Nov.
103. W. Heimstra y H. McFarling.: *Psicología ambiental, El manual - Moderno*, México, D.F., 1979.
104. Zeman, J. 1979. *Clásicos de la comunicación: origen y significado de la información*. Cuadernos de comunicación. Ener.
105. Zubieta, R.: *Lógica matemática elemental*, Esfinge, México, - D.F., 1977.