

# Apuntes sobre el manejo de la información en los ecosistemas dominados por el hombre

Leonardo Tyrtania\*

No es casual que en una época de crisis como la nuestra, en la que se ha hecho evidente que la tesis del crecimiento sin límites es insostenible, se realicen esfuerzos por *compaginar los resultados de diversos discursos científicos con las leyes generales de la termodinámica*.\*\* Los trabajos de Prigogine en física y química, de Georgescu-Roegen en economía, de Margalef en ecología, de Bateson en epistemología y de Adams en antropología, representan algunos de los esfuerzos pioneros en esta línea de investigación. El último de estos autores elabora un modelo para la investigación de los fenómenos sociales que pretende respetar los principios de la termodinámica y —al mismo tiempo— ser aplicable al estudio de la evolución social. En términos generales, se trata de explicar la cultura en “clave energética” y, paralelamente, los procesos informáticos como codificadores de la auto-organización de los sistemas. Este enfoque abre nuevas perspectivas para la antropología ecológica: en el contexto de la “termodinámica de los procesos irreversibles”, la política se entiende no como mero ejercicio del gobierno, sino como la regulación de los flujos energéticos que las sociedades humanas metabo-

---

\* Departamento de Antropología, UAM-Iztapalapa.

\*\* Agradezco al maestro José de Jesús Álvarez la revisión del texto y las correcciones. Muchas de las ideas del presente trabajo fueron discutidas en un seminario sobre procesos energéticos y sociales dirigido por el propio maestro Álvarez, en el Departamento de Antropología de la UAM-I durante el trimestre 91-I.

lizan. El poder (y el saber), como una forma específicamente humana de organizar el mundo, "resulta de la necesidad de luchar contra la entropía y el desorden" (Balandier citado por Adams 1988).

El primer antropólogo que se propuso revisar los conceptos de la "ciencia de la cultura" a la luz de la termodinámica fue Leslie White. Él parecía creer que la biosfera es una excepción dentro de la realidad física:

(...) en un minúsculo sector del cosmos, a saber, en los sistemas materiales vivientes, el sentido del proceso cósmico parece invertido: la organización de la materia y la concentración de la energía se hacen cada vez más elevadas. La vida es un proceso de construcción y estructuración. La evolución biológica es sencillamente una expresión del proceso termodinámico que corre en sentido opuesto a aquel especificado por la segunda ley para el cosmos como un todo (1974:340).

Hoy prevalece la opinión de que la evolución orgánica y la social obedecen a leyes físicas desconocidas (Shrödinger 1984), pero que de alguna manera deben estar ligadas, aunque nadie sepa cómo, a la ley de la entropía. En particular,

(...) la paradoja Carnot o Darwin permanece sin solución: todavía no tenemos un nexo de unión entre la aparición de formas naturales organizadas, por una parte, y la tendencia hacia la desorganización o entropía por otra (Prigogine y Stengers 1983:142).

La propuesta de Adams está relacionada con una nueva "definición" de la información. Su concepción se inspira en la epistemología de Bateson (1989), que tiene como base una amplia perspectiva de la

teoría de sistemas. El intento de Adams consiste en volver operativo el pensamiento abstracto de Bateson aplicándolo a casos concretos.

Materia, energía e información fueron reconocidos desde un principio como componentes esenciales (necesarios e indivisibles) de los sistemas. Sin embargo, a pesar de que la relación entre materia y energía pudo establecerse con claridad, la información siempre recibió un tratamiento independiente. El idealismo, implantado con firmeza en la ciencia por Descartes, deificó la información. El manejo separado de los conceptos información y materia ha conducido a contradicciones irresolubles. En términos de la termodinámica se diría, según Boulding (1968:162), que la "flecha del tiempo" de los procesos físicos apunta siempre hacia "abajo", de acuerdo con la famosa y deprimente segunda ley; la entropía, esto es, la desorganización, aumenta constantemente, mientras que la disponibilidad de energía declina y la potencia se va perdiendo. Por el contrario, la "flecha del tiempo" del proceso evolutivo de la vida apunta hacia "arriba", es decir, hacia el desarrollo de formas siempre más complejas y menos probables. La teoría de la evolución propone esta ley como la suprema ley de la naturaleza. Desde la perspectiva de las ciencias exactas, sin embargo, la biosfera aparece como una especie de singularidad inexplicable.

Nunca se negó que, para operar, la información necesita un soporte material y supone un gasto de energía; sin embargo, esto se consideraba como un dato trivial, que *carecía de relevancia teórica*. La teoría de sistemas propone pensar la información no por oposición a la materia, sino por oposición a la entropía y al desorden. Mejor dicho, por analogía, porque de igual modo que la entropía, la información

es un aspecto del acontecimiento energético. Los componentes de los sistemas sólo pueden concebirse en contraste con el equilibrio termodinámico, y la información es lo que permite que materia y energía permanezcan unidas, incluso en formas estadísticamente improbables.

Hablamos de información o de forma para referirnos a la manera como la energía y la materia se combinan y se extienden en el espacio.

La información es una propiedad de todo aquello que está formado por partes distintas (Margalef 1980:17,19).

La teoría general de sistemas se impuso en la antropología ecológica como consecuencia del funcionalismo. Como macroteoría, el funcionalismo había sido sometido a una crítica devastadora por propios y extraños; aun así sobrevivió como método que se sigue practicando en distintas áreas de la ciencia para solucionar ciertos problemas.



Influídos por la dicotomía cartesiana, los fundadores del funcionalismo habían sostenido el supuesto de que la cultura es una realidad *sui generis*. Dado que la cultura fue concebida como una realidad ontológicamente distinta de la naturaleza, no se podía proceder a una explicación de los fenómenos socioculturales a partir de la física o de la biología. White (1974) compartía también la opinión de que la cultura sólo se explica por la cultura. De sostenerse esta posición podría llegar a encerrar en un *ghetto* a las ciencias sociales. La teoría de sistemas ofrece una posible salida. Ya se trate de átomos o de galaxias, de células o de poblaciones, de individuos o de sociedades, todos estos fenómenos pueden ser abordados mediante la dicotomía sistema/entorno. Desde esta perspectiva, la evolución de los sistemas sociales guarda una "relación sinóptica" (Margalef 1980) con la evolución de la materia y la de la vida, en el sentido de que comparte los mismos principios formales, aunque proceda por medios distintos. Esta visión permite pensar en ciertas homologías entre los distintos niveles estructurales que se pueden distinguir en la naturaleza. Así, el mundo es visto como

...una colección de sistemas complejos, con distintos grados de estabilidad; cada uno de estos sistemas, entre los que se encuentra el hombre, sólo puede perdurar como una flama en interacción continua con los sistemas adyacentes (Passmore 1978:208).

La cultura puede ser concebida como una fase, entre otras, del sistema de respuestas adaptativas, organizadas jerárquicamente en relación con determinados problemas ambientales (Martínez 1978). Estas respuestas y la jerarquización misma pueden

analizarse como efecto de los cambios que ocurren en la relación energética entre sistema y entorno.

Veamos el siguiente ejemplo, que es muy sencillo. Partiendo de algunos presupuestos teóricos elaborados por Vayda, el geógrafo Waddel realizó un estudio en la montaña de Nueva Guinea entre los *fringe enga*. La agricultura de este lugar se enfrenta al problema de las heladas, y los *enga* poseen una tecnología apropiada para contrarrestar sus efectos. Aun así, se dan años en los que la cosecha no se logra. La solución de este problema es cultural: cuando tal año se acerca se hacen regalos a los vecinos que viven tierra abajo. El don provoca que el agraciado caiga "bajo la sombra del agradecimiento", según una expresión de Sahlins, y se vea obligado a retribuir. Esta sencilla política de reciprocidad es una respuesta cultural a una fluctuación del medio. La sociedad humana como sistema posee cierta capacidad y margen de anticipación ante los cambios energéticos en el entorno (Waddel 1975, resumido por Martínez 1978).

La cultura, parafraseando la famosa definición de Tylor, es un medio de transmisión de la información por vías no genéticas. La especificidad de la cultura, constituida por "creencias, convencionalismos, conocimientos, técnicas y artefactos dependientes de la invención y uso de símbolos", radica en que "por medio de los símbolos su alcance se libera de lo inmediato y presente, ya que por medio de ellos puede acumularse y transmitirse una enorme cantidad de información" (Rappaport 1975:264).

El modelo cibernético de Rappaport trata de solucionar la siguiente dificultad: *cómo es posible manejar sistemas ecológicos de los que depende el hombre, cuando son de una complejidad y sutileza tales que rebasan la comprensión*. Las divergencias

entre las imágenes culturales de la naturaleza y la organización real de la misma son notables. "Éste es un problema crítico para la humanidad y uno de los problemas centrales de la antropología ecológica" (1975:246).

La cosmología *maring*, investigada por Rappaport, no es una excepción y a cualquier extraño le resulta al menos exótica. Según ella el mundo es habitado por ciertos espíritus que los hombres deben respetar, aunque no puede someterse a la comprobación empírica. Lo que sí se puede observar es el comportamiento, en este caso el rito, el cual conecta las creencias con la realidad ecológica. Los *tsembaga maring* son horticultores de roza y quema. Como todo grupo humano establecen con el medio una relación polifacética de competencia, depredación, parasitismo y simbiosis. A pesar de todo su agroecosistema tiene una extraordinaria longevidad: son capaces de mantenerse en un estado de equilibrio con su medio durante milenios y la pregunta es cómo lo consiguen. Según Rappaport, el mecanismo responsable de mantener las variables dentro de sus límites es el ritual *kaiko*. Dicho ritual regula ciclos relativamente largos, de 20 años y más, cumpliendo con las siguientes funciones: (a) exhibe el estado del sistema, esto es, la población humana en relación con la animal y la vegetal, el rendimiento del trabajo, el número de aliados y enemigos, el territorio disponible y otras variables cuantitativas; (b) articula el subsistema local con el regional y (c) traduce la información cualitativa en información cuantitativa (1975:64). Para tomar cualquier decisión importante, una gran cantidad de datos tiene que ser reducida a un *bit* (sí o no). El ritual, reforzado por la autoridad de la creencia compartida, transmite señales inequívocas. Además, se trata de un proceso de toma de

decisiones bastante democrático: todo el mundo tiene acceso a la información, sólo hay que conocer el código y participar en la vida ritual del grupo.

La tesis central puede resumirse así: los intercambios en el complejo ecológico-social son regulados por el ritual como si éste fuera un homeostato.

*Toda la operación del ciclo es cibernética, en respuesta a las señales del ecosistema(...) se emprenden acciones rituales concernientes a lo sobrenatural(...) pero estas acciones tienen efectos correctivos sobre el ecosistema (1975:286).*

El cúmulo de funciones de este mecanismo es impresionante: ayuda a evitar la degradación del medio, ajusta la relación hombre-tierra, limita y regula incursiones intergrupales, facilita el intercambio, redistribuye los recursos naturales y nivela las diferencias que amenazan la estructura igualitaria del grupo. Estas funciones de regulación pueden atribuirse a la cultura en general, la cual, según una definición de Geertz, es

*(...) una serie de mecanismos de control —planes, recetas, fórmulas, reglas, instrucciones (lo que los ingenieros en computación llaman “programas”)— que gobiernan la conducta (1987:50).*

Rappaport estimuló con sus ideas muchos trabajos de campo. Como ejemplo se puede citar el de Greenberg (1987), realizado entre los chatinos de Oaxaca. El autor llega a la conclusión de que los mecanismos tradicionales de regulación no resisten por mucho tiempo el impacto del mercado moderno. En el caso de los chatinos, hablando en términos figurativos, los circuitos de control no resistieron la

fuerza de un nuevo flujo energético —el de la cafecultura, estimulada por el mercado capitalista internacional—, debido a lo cual han ocurrido procesos de reorganización del sistema, pero a un costo humano muy alto.

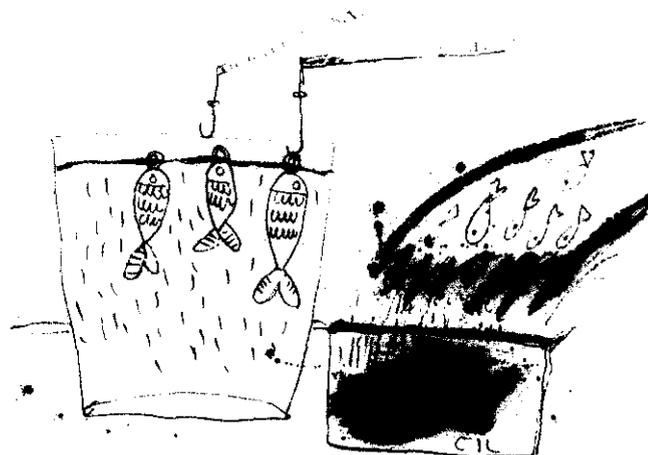
Es fácil aplicar el modelo cibernético en la versión propuesta a sistemas sociales “de baja energía”, esto es, a los que funcionan con recursos renovables y se encuentran relativamente aislados. La entropía que producen estos sistemas en particular no parece tener importancia teórica ni práctica. Por otra parte, hay sistemas que, aun utilizando recursos renovables, resultan tan complejos o siguen líneas evolutivas tan intrincadas, que hacen imposible la identificación de mecanismos de autorregulación. Pongamos como ejemplo cualquier ecosistema complejo. ¿Quién manda en la selva? ¿Tiene el ecosistema un modelo de funcionamiento? Habría dos posibilidades de respuesta: suponer que el procesamiento de la información y sus retroalimentaciones representan una característica ubicua del sistema, o que la convergencia de estados ordenados no es más que el resultado estadístico de comportamientos individuales. Martínez (1978) observa que en ambos casos se puede ofrecer una descripción del sistema utilizando la teoría de la información, pero esto no garantiza resultados interesantes.

Sin embargo, el verdadero problema con el que topan los marcos teóricos derivados del funcionalismo es el de la conceptualización del cambio. Para la teoría de sistemas el cambio no es solamente un ajuste cíclico a la manera de un “eterno retorno”. Tanto el sistema como el medio pueden activar, en determinadas circunstancias, mecanismos de retroalimentación positiva, es decir, inducir cambios que exigen compensaciones en otros elementos del sis-

tema, hasta el punto de modificar la estructura. Al aplicar el enfoque sistémico a la evolución social de la humanidad, Flannery (1975) da algunos ejemplos sencillos de retroalimentación positiva. Sin embargo, la verdad es que estos cambios no fueron abordados por los primeros partidarios del enfoque sistémico con el mismo entusiasmo que los de naturaleza cíclica. La segunda generación de analistas sistémicos hace de los cambios creativos su objeto de estudio (Adams 1988:61). Incluso, parece que está naciendo una "ciencia nueva" con el nombre de *sinérgica*, cuyo objeto de estudio son los sistemas de auto-organización (Haken 1986).

Rappaport (1979) recoge las críticas que se le hicieron y se afianza en su posición original. Está convencido de que la elaboración de mitos y creencias, a la cual tanto tiempo dedica la humanidad, es un asunto de sobrevivencia. Estas creencias envuelven a la naturaleza en los velos de lo sagrado y así la protegen de una depredación peligrosa. Como tales, constituyen una codificación funcional de la realidad; esto no se puede afirmar, sin más, de la ciencia moderna. Rappaport no tiene la menor duda en calificar algunos resultados tecnológicos de la ciencia y de la industria moderna que la emplea, como manifestaciones patológicas de la evolución. Ni el incremento de la energía *per capita*, como lo propuso White, ni el de la organización o complejidad aseguran por sí solos la sobrevivencia. Esto es indudable. Es posible que la antropología ecológica o la ecología en general puedan aportar criterios para esta discusión.

Los ecologistas proponen a los problemas de la humanidad la misma solución que encontró la naturaleza para los ecosistemas: "un máximo de biomasa o alto contenido informativo y de funciones sim-



bióticas por unidad de flujo" (Odum 1972); es decir, el estado estacionario de crecimiento cero con la máxima biodiversidad. Eso se traduce en la propuesta de la "alta civilización" con todas sus ventajas, pero que esté operando con bajos costos energéticos.

La pregunta es si se pueden equiparar sin precauciones procesos evolutivos de escalas de tiempo tan diferentes: el largo proceso evolutivo de los ecosistemas y la corta presencia del hombre en la biosfera. El problema es que entre los objetivos humanos y los de la naturaleza hay una diferencia irreductible:

(...) la estrategia de la protección máxima —esto es, tratar de obtener el apoyo máximo de estructuras complejas de biomasa, que caracteriza el desarrollo ecológico— entra a menudo en conflicto con el objetivo humano de la producción máxima —tratar de obtener el mayor rendimiento posible a corto plazo (Odum 1972: 296).

Este autor, al igual que los clásicos de la antropología ecológica, cree que es posible un sistema de

compromiso entre el hombre y la biosfera. Los primeros trabajos en antropología ecológica reafirmaron esta creencia en la *posibilidad de compromiso* al ofrecer descripciones de sistemas genuinamente adaptativos, que son los que "mantienen la estructura preexistente del ecosistema natural sobre la cual se proyectan" (Geertz 1963).

El argumento se resume a esto: los recursos mundiales no renovables están disminuyendo. Actualmente ninguna fuente produce suficiente energía neta como para comenzar un nuevo crecimiento. Si estas apreciaciones son erróneas y se encuentra una nueva fuente de energía barata (por ejemplo, la fusión a temperatura ambiente), esto sólo permitiría una nueva explosión demográfica y todas las amenazas al medio natural ya conocidas aumentarían proporcionalmente. Hay que entender de una vez por todas que el problema que enfrenta la expansión de la civilización no son las fuentes, sino los sumideros de energía degradada.

(...) se han propuesto distintas políticas para poder aumentar la energía y continuar así creciendo; estas políticas son incorrectas. Debemos aceptar la disminución de energía y hacer planes en función de esto. Las necesidades más urgentes, tanto en el nivel nacional como internacional, son las de crear una transición ordenada hacia un estado de menor energía seguido de un estado estacionario (Odum y Odum 1981).

En este esquema como en los informes del Club de Roma, el poder social parece depender de una "voluntad política". Por inmadurez o por falta de información la humanidad está errando el camino. Para despertar la conciencia es importante la educa-

ción. Como Rappaport en la protección de lo sagrado, así los odum parecen creer en la magia de la educación. Su libro *Hombre y naturaleza* (1981) es un excelente manual de ecología en el nivel de la educación media. La cantidad de información que puede manejar la conciencia humana es relativamente pequeña, de ahí la tendencia a recurrir al pensamiento mágico, religioso en el buen sentido de esa palabra. La magia ha sido definida como "la expresión institucionalizada del optimismo humano, de las esperanzas creativas que se superponen a la duda y al pesimismo" (Malinowski 1974). Alguien ha dicho que la esperanza es la forma más sutil de la energía.

Sin embargo, podemos preguntar seriamente si el estado estable es atractivo para la humanidad. Los estudios antropológicos demuestran que las únicas sociedades humanas que vivían en un estado cuasi estable fluctuante eran los cazadores recolectores de la Edad de Piedra, los de la "prístina sociedad opulenta" (Sahlins 1977). Por lo que sabemos de la evolución no es posible el regreso a etapas tan tempranas. El cambio de sociedades modernas por otras "más simples" exigiría pagar el precio de la irreversibilidad, lo cual representa gastos energéticos increíblemente altos, mucho mayores de los que exige la expansión. Existen todavía en la actualidad algunos ejemplos de "adaptación genuina", suficiente como para estudiarlos si es que nos interesan el equilibrio y el estado estable. El verdadero problema es el del resto de las sociedades, embargadas todas ellas en la loca carrera del armamentismo y el consumismo. La cuestión es cómo ajustar la demografía a la capacidad de sustentación de una agricultura orgánica y las aspiraciones de la gente a las posibilidades reales del mundo en el que vive.

Quizá el destino del hombre sea tener una corta pero feroz, excitante y extravagante vida, en vez de una existencia larga, vegetativa y sin sobresaltos (Georgescu-Roegen 1977:35).

Otro economista (Keynes) lo dijo así: "a largo plazo todos estaremos muertos".

Otra buena pregunta (Adams 1983:223) es si los sistemas antropocéntricos maduros son viables. Estamos tan acostumbrados a oír que el hombre es el amo del universo, que la pregunta parece una impertinencia. En la naturaleza no hay ningún ejemplo de un ecosistema maduro controlado por una sola especie. Los ecólogos suelen ver en la "utopía del clímax" la salvación y su argumento parte de la idea de que la unidad de sobrevivencia no es la especie, sino la biosfera. Los seres vivos evolucionan hacia la estabilidad mediante procesos simbióticos. La centralización de la toma de decisiones que realiza la sociedad humana es ciertamente una novedad en el marco de la evolución de la biosfera terrestre. La tendencia que se perfila es la dependencia de la humanidad respecto de las máquinas y su subordinación a las mismas. El desarrollo tecnológico ha modificado los códigos informáticos de la sociedad a tal punto que nos plantea la necesidad de redefinir la unidad evolutiva. Ni el hombre ni los grupos sociales en sí mismos son unidades de sobrevivencia, puesto que no cuentan con información suficiente para manejarse en el mundo "posmoderno": hay que incluir en el análisis a la *tecnología* que, a partir de la revolución de la informática, adquirió su propia dinámica evolutiva. La tecnología parece obra enteramente humana, pero de hecho representa una nueva etapa evolutiva y las restricciones energéticas "reales" en las que se desenvuelve, son des-

conocidas. Paradójicamente, el acoplamiento humano con los sistemas artificiales podría representar un camino hacia la "descentralización", pero "quizá sea demasiado pedir al hombre, si quiere sobrevivir, que deje de ser humano" (Adams 1983:339).

La teoría de los sistemas disipativos puede proporcionar cierta claridad conceptual en esta discusión. En primer lugar, en el caso de sistemas complejos o conjuntos de sistemas heterogéneos, *la hipótesis del equilibrio resulta pobre* (Adams 1988: 27). Cuando un sistema alcanza la fase clímax, la de mínima producción de entropía, su estado de estabilidad o virtud es más bien el resultado de su incapacidad de encontrar nuevas fuentes energéticas. Los sistemas pueden mantenerse lejos del equilibrio termodinámico y hasta desafiar —por lo menos durante algún tiempo— la segunda ley, acoplándose con otras formas energéticas, esto es, transfiriendo la entropía a otros sistemas. Complicarse o morir, ésa es la consigna.

En las ciencias exactas, la estabilidad es un fenómeno local y temporal, no una tendencia universal como la postuló Aristóteles. En las ciencias sociales, influenciadas todavía por la física del equilibrio, el concepto tiene tantas connotaciones ideológicas que su uso se vuelve problemático incluso en su forma de entelequia. Gouldner (citado por Hewitt 1988: 122) resume el problema así: el funcionalismo tiene por premisa el principio de reciprocidad, según el cual toda acción entre individuos o grupos consiste en un intercambio de bienes y servicios igualmente apreciados. La persistencia misma del sistema se considera como prueba de la existencia de una reciprocidad básicamente equilibrada. Según esto, la explotación es, por definición, imposible. En cambio, el marxismo supone que una reciprocidad en

extremo desequilibrada podría mantenerse durante largos periodos mediante el recurso a la violencia.

Desde la perspectiva de la dinámica del no equilibrio, sin embargo, resulta claro que el problema debe plantearse en otros términos. Ya no es posible la construcción de esquemas generales y totalizadores, basados en leyes eternas. La certidumbre de un mundo que sigue reglas inmutables, como la del progreso inevitable, parece haber desaparecido para siempre. Para Prigogine, quien desarrolla estas ideas en las ciencias "duras", la asimetría, inestabilidad, irreversibilidad y otros mecanismos generadores del orden en la trama del caos, son conceptos que se pueden extender a las ciencias sociales. Los sistemas disipativos tienen en común ciertas características en su trayectoria. La más importante es ésta: el costo del mantenimiento del sistema aumenta más rápidamente que la totalidad de la energía procesada, lo cual conduce al sistema hacia un estado fluctuante de "mínima producción de entropía compatible con las ligaduras impuestas por el entorno" (teorema de entropía mínima de Prigogine). Por su parte, los ecólogos descubrieron esta regularidad al estudiar la sucesión y el estado estable, que se dio en llamar también "equilibrio dinámico". Si bien este estado puede concebirse como un ideal, la mayor parte del tiempo los sistemas están sometidos a una dinámica de fluctuaciones y tienen que luchar por sobrevivir fuera del equilibrio. La propuesta metodológica de Adams (1988), relacionada con el teorema, puede entenderse así: el análisis de los sistemas sociales debe tomar en cuenta que el cociente producción/mantenimiento es el indicador clave del estado del sistema. Para cada etapa de sucesión existe una determinada proporción entre la producción total y la energía destinada a la regulación. La reproducción

y la auto-organización de sistemas en unidades de sobrevivencia más complejas se da como respuesta al problema de la entropía. La disipación de la energía —que caracteriza a los sistemas abiertos— tiene un efecto contradictorio sobre la evolución: los flujos energéticos transportan información, de manera que no todo está perdido para siempre. La investigación realizada para validar el modelo trata de determinar los patrones que sigue la información.

Los códigos informáticos pueden asumir formas muy variadas, tales como los genes, los ecosistemas, los individuos o las instituciones sociales. Estos patrones se producen por selección: nunca es posible recuperar toda la información que acompaña a las transformaciones energéticas. La información codifica la experiencia del pasado no como un reflejo fiel de la realidad, sino en el sentido de que recupera una estructura eficaz: el orden en el que se relacionan las partes del sistema (la mente del sistema, en la terminología de Bateson, 1972). Desde esta perspectiva, la evolución se concibe como interacción entre unidades de diferente complejidad estructural, y no como una tendencia universal al equilibrio, ni mucho menos como el dominio progresivo de un sistema particular, la humanidad, sobre la naturaleza.

En la teoría de los sistemas disipativos, la información es el impacto que tiene una forma energética sobre otra. Resulta frecuente que, en la naturaleza, una forma energética sirva como mecanismo regulador (*trigger mechanism*) de otra forma energética (Adams 1988), formándose ensambles de sistemas heterogéneos. Así por ejemplo, la miniaturización de los procesos de regulación en forma de genes o de neuronas, permite que el costo energético de su operación sea insignificante en relación con la cantidad de energía que liberan o inhiben.

Una pequeña chispa enciende un bosque inmenso, una sola palabra mueve al mundo a la guerra, un pequeño escrúpulo hace de nosotros filósofos o idiotas. (Maxwell, citado de memoria)

Estas observaciones tienen importancia para la definición del concepto de cultura. Adams (1987) desarrolla la idea de que los mismos procesos metabólicos que se sirvieron como ordenadores tan complejos como los genes, prepararon el escenario para la evolución de formas energéticas más complejas en el sentido de que integraron elementos físicos, seres vivos y la inteligencia humana con sus productos. El nuevo escenario corresponde, en este caso, a *un ambiente benigno para el ensamblaje de formas energéticas heterogéneas: la cultura.*

En un principio, la pareja epistemológica materia/información parecía reafirmar el dilema natura/cultura compartido por muchas escuelas antropológicas. Pero la cultura, capacidad humana de procurar información y de reorganizar el mundo, no tiene por qué concebirse como algo incorpóreo espiritual:

(...) en su forma más extensa (...) la proposición de que la cultura es simplemente un mecanismo para procesar energía y materiales es manifiestamente ridícula (Ellen 1982: 117).

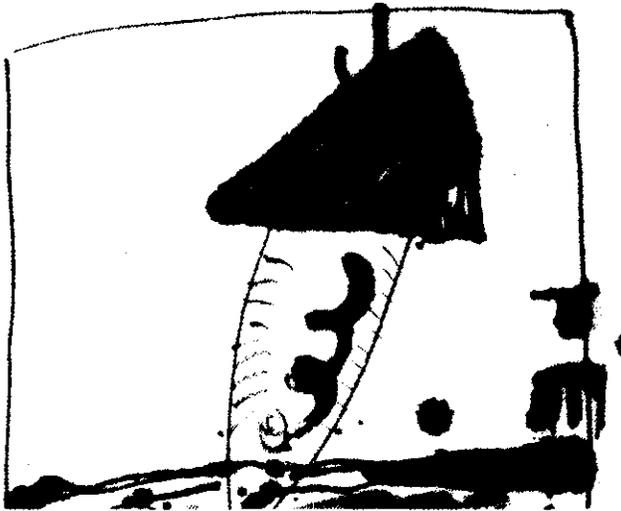
La forma extrema significa aquí precisamente esto: la concepción de la cultura como una especie de entidad ideal diferente de los flujos de materia y energía a los que "gobierna". Es la convicción de que las ideas mueven al mundo y de que es posible un conocimiento perfecto de los fenómenos. Si la ciencia consiste en la formulación de proposiciones

falseables, entonces la crítica de la omnipotencia del pensamiento es justa y no se necesitan más comentarios. Ya no es posible mantener la ilusión racionalista de obtener y manejar información completa sobre cualquier suceso; en cuanto al pasado, sólo puede pretenderse hacer una "arqueología del saber". En esto reside la importancia teórica y práctica de las leyes de la entropía.

No todas las estructuras, apunta Adams (1988), toman o entregan energía e información con la misma facilidad. La interacción entre ellas se rige por una asimetría básica expresada en el principio de Lotka, según el cual la selección promueve justamente al sistema que logra captar y transformar mayor cantidad de flujos energéticos. Margalef (1980) adapta el mismo principio a los procesos informáticos para decir que la selección natural favorece al mejor informado: en la interacción de sistemas de diferente complejidad, el más organizado tiene ventaja (en el caso de una confrontación de la que dependa la sobrevivencia). No se debe pensar exclusivamente en competencia y aniquilación: tratándose de intercambio de información, todo es cuestión de grado. El sistema más simple, el que cede más fácilmente la energía y la información, puede quedar subsumido, subordinado, asimilado, etc., y aquí cabe todo aquello que abarca la categoría de la especialización (Haken 1986). Así surgen las jerarquías y la "estabilidad estratificada". Este principio general de convivencia o simbiosis, dice Margalef (1980), es conocido como el principio de San Mateo, en honor de un cobrador de impuestos quien lo formuló así: al que más tiene, más se le dará.

En ciencias sociales hay muchas y muy elaboradas variaciones sobre el tema; por citar sólo dos ejemplos, piénsese en la teoría de la dependencia y

en la acumulación del capital. Sería interesante comparar todas las versiones del principio de San Mateo para definir sus semejanzas y diferencias, así como para determinar las circunstancias en las que puede ser invertido o neutralizado. Lo que por ahora interesa es ilustrar cómo procede el pensamiento por analogía, que es la base de todo procesamiento de información por medios humanos. Me refiero a las formulaciones binarias del pensamiento, esto es, a la capacidad de identificar las cosas como similares y diferentes a la vez. Toda ambigüedad tiene que ordenarse, es decir, descomponerse en términos de semejanzas y diferencias, y volver a colocarse en una jerarquía de valores para adquirir sentido (Bateson 1989). De ahí que para los humanos cualquier problema ecológico se convierta en un problema ético y político: éste es el contexto específico y significativo que proporciona la cultura para dirimir cuestiones de sobrevivencia.



Respecto de los problemas morales e ideológicos que plantea la ecología humana, hay que tomar en cuenta lo siguiente. Cuantas más transformaciones energéticas ocurran en el sistema, tantas más decisiones habrá que tomar. La capacidad humana de disociar en el tiempo y el espacio la toma de decisiones respecto de los controles da lugar a la elaboración de sistemas políticos increíblemente complejos y barrocos. Estos sistemas y sus ideologías correspondientes, sean de derecha o de izquierda, llevan a la humanidad por el mismo derrotero: el de la conversión a escala industrial de los recursos, con todos los problemas para el medio que esto acarrea. Pero, según apunta Adams, éste es precisamente el papel de las ideologías: prestar servicio a la expansión, dividir en bloques al mundo complejo y mantener viva la esperanza.

La pregunta que se plantea desde el enfoque energético en torno al procedimiento de la información es, en el fondo, la pregunta por un modelo ecológico de desarrollo. Mucho se habla de que ya es tiempo de sustituir la economía por la ecología y el crecimiento sostenido por el "sustentable"; sin embargo, es difícil concebir una economía de estado estable o una "economía budista" que sea practicable en un mundo en crisis. El modelo energético aplicado a los fenómenos sociales explica muy bien por qué la economía sólo funciona al servicio de sistemas en expansión y por qué el crecimiento y el desarrollo son vistos como la única solución. Las sociedades humanas pretenden hallar la ventaja lotkiana para solucionar sus problemas de sobrevivencia. La humanidad siempre se las arregló para evitar los estados de equilibrio practicando la huida hacia adelante. La evolución social se desencadena sólo con el incremento del flujo energético, pero

en nuestro mundo ya es difícil concebir mayor expansión en cuanto al consumo de energía se refiere. Como ya se ha dicho, el problema no reside en el descubrimiento y explotación de nuevas fuentes, sino en el sumidero de la energía degradada. Este hecho tiene que tomarse muy en cuenta a la hora de concebir cualquier utopía.

En sentido estricto, las sociedades humanas no son estructuras disipativas, ni ecosistemas, ni organismos. La teoría de los sistemas disipativos representa un esfuerzo por construir *un modelo de la realidad social*, y no hay que confundir al modelo con la realidad misma. De acuerdo con este modelo, las sociedades humanas son arreglos específicos de formas energéticas, es decir, una combinación de energía humana con energía no-humana. El procesamiento de información que realiza la cultura no es el mismo que hacen los genes, ni las neuronas, ni las máquinas. En algún nivel abstracto, todas las interacciones son energéticas. "La naturaleza no tiene costuras", dice Georgescu-Roegen (1976). Sin embargo, aunque optemos por el monismo, hay que reconocer que no todos los sucesos pueden explicarse en términos energéticos (Adams 1983:307). Si fuera de otro modo, las ciencias sociales y las humanidades, que abordan muy diversos objetos de estudio, no tendrían razón de ser como disciplinas autónomas.

La contribución de la antropología al estudio de los procesos energéticos e informáticos puede ser interesante no porque examine situaciones simples de grupos primitivos, sino porque agrega un nuevo corolario al estudio de los sistemas auto-organizativos: ayuda a comprender en qué medida los modelos culturales influyen en la realidad y cómo se acoplan entre sí los sistemas complejos. La antropología

estudia sistemas internamente flexibles, de fronteras discontinuas, que sólo pueden perpetuarse como sistemas fuera de equilibrio y cuya evolución no es del todo predecible porque, entre otras cosas, depende de una gran variedad de códigos. La cultura no sigue linealmente las determinaciones de natura, ni —por otra parte— puede reprogramar enteramente los procesos físicos en su propio beneficio. No es posible que una teoría de sistemas abiertos diga la última palabra sobre la evolución, ni que pretenda ofrecer una solución general para todos los problemas sociales. El estudio de las "fórmulas de éxito en la naturaleza" no garantiza un punto de vista superior u objetivo, debido a que cualquier concepto de naturaleza que empleemos será una creación cultural. El recuento de las reglas ecológicas del juego no proporciona por sí mismo un modelo de desarrollo sostenido, sustentable ni global. Para concebir un modelo de estas características, los términos del lenguaje sistémico resultan insuficientes. El mismo enfoque reconoce las propiedades emergentes de los sistemas, aquellas que definen cada nuevo nivel de integración. La cultura es un nivel de integración de sistemas disipativos humanos y no humanos; un nivel en el que abundan los dispositivos reguladores que flotan libremente (*free floating trigger mechanisms*): en ella pueden coexistir descripciones realistas de la naturaleza con mundos imaginarios.

El enfoque sistémico, combinado con la termodinámica de los procesos irreversibles, ayuda a plantear ciertos problemas con precisión y, cuando menos, permite evitar fantasías tales como la de la "alta civilización a bajo costo", la tendencia universal al equilibrio y el antropocentrismo en el manejo de los ecosistemas. La idea de que la humanidad es capaz de dominar al mundo, y de qué debe hacerlo, es

todavía tan fuerte que sigue orientando la "conquista de la naturaleza". La civilización de la máquina se relaciona con la naturaleza sobre la base de la simple destreza tecnológica y de la codicia. El mismo crecimiento exponencial de la tecnología proporciona una ilusión infantil de omnipotencia, aunque se trate más bien, en realidad, de un acelerado proceso de deshumanización. Los economistas dicen "*Come what may, we shall find a way*" (Georgescu-Roegen 1976), pero la *situación entrópica de la humanidad no es nada sencilla:*

(...) aunque el hombre retroalimente sus descos al mundo que va conformando, este mundo, incluyendo

las contribuciones del hombre a su conformación, es un sistema natural cuyas dimensiones mayores están determinadas por leyes y factores que escapan a su control (Adams 1978:20).

En la expansión de sistemas energéticos, los procesos informáticos(...) representan una dinámica de auto-organización que es a la vez maravillosa y terrible; maravillosa por sus realizaciones excepcionales, y terrible porque su organización está más allá de un control consistente de cualquier proceso humano o ecológico conocido (Adams 1988:76).

## Bibliografía

- Adams, R. N.  
 1978 *La red de la expansión humana*, Ediciones de la Casa Chata, México, D.F.  
 1983 *Energía y estructura*, FCE, México, D.F.  
 1987 "Vehículos de supervivencia social: acerca de la energética y la sociobiología de la expansión humana", en: Glantz, S., ed., *La heterodoxia recuperada*, FCE, México, D.F.  
 1988 *The Eight Day: social evolution as the self-organization of energy*, University of Texas Press, Austin.
- Bateson, G.  
 1991 *Pasos hacia una ecología de la mente*, Planeta-Carlos Lohlé, Buenos Aires.
- Bateson, G. y M.C. Bateson,  
 1989 *El temor de los ángeles: epistemología de lo sagrado*, Gedisa, Barcelona.
- Boulding, K.E.  
 1968 *Beyond economics. Essays in Society, Religion and Ethics*, Sage Publications, Londres.
- Ellen, R.F.  
 1982 *Environment, subsistence and System. The Ecology of Small-Scale Social Formations*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Flannery, Kent V.  
 1975 *La evolución cultural de las civilizaciones*, Anagrama, Barcelona.
- Geertz, C.  
 1963 *The Agricultural Involution*, University of California Press, Berkeley.  
 1987 *La interpretación de las culturas*, Gedisa, Barcelona.

- Georgescu-Roegen, N.  
1976 *Energy and Economic Myths*, Pergamon Press, Nueva York.
- 1977 "The steady state and ecological salvation: a thermodynamic analysis", en *Bioscience*, 27: 266-270.
- Greenberg, J.B.  
1987 *Religión y economía de los chatinos*, INI, México, D.F.
- Haken, H.  
1986 *Fórmulas de éxito en la naturaleza*, Salvat Editores, Barcelona.
- Hewitt de Alcántara, C.  
1988 *Imágenes del campo: la interpretación antropológica del México rural*, El Colegio de México, México, D.F.
- Malinowski, B.  
1974 *Magia, ciencia, religión*, Ariel, Barcelona.
- Margalef, R.  
1980 *La biosfera: entre la termodinámica y el juego*, Omega, Barcelona.
- Martínez Veiga, U.  
1978 *Antropología ecológica*, Adra, La Coruña.
- Odum, E.  
1972 *Ecología*, Nueva Editorial Interamericana, México, D.F.
- Odum, H. y E. Odum  
1981 *Hombre y naturaleza: bases energéticas*, Omega, Barcelona.
- Passmore, J.  
1978 *La responsabilidad del hombre frente a la naturaleza*, Alianza Editorial, Madrid.
- Prigogine, I.  
1983 *¿Tan sólo una ilusión? Una exploración del caos al orden*, Tusquets Editores, Barcelona.
- Prigogine, I. e I. Stengers  
1983 *La nueva alianza: metamorfosis de la ciencia*, Alianza Editorial, Madrid.
- Rappaport, R.  
1968 *Pigs for the Ancestors: ritual in the ecology of a New Guinea people*, Yale University Press, Yale.
- 1975 "Naturaleza y antropología ecológica", en: Shapiro, H. L., ed., *Hombre, cultura y sociedad*, FCE, México, D.F.
- 1979 *Ecology, meaning, and Religion*, North Atlantic Books, Richmond.
- Sahlins, M.  
1977 *Economía de la Edad de Piedra*, Akal Editor, Madrid.
- Schrödinger, E.  
1984 *¿Qué es la vida?*, Tusquets Editores, Barcelona.
- White, L.  
1974 *La ciencia de la cultura*, Paidós, Buenos Aires.