

# Lecturas críticas





# Termodinámica de la supervivencia para las ciencias sociales\*

RESEÑADO POR PABLO CASTRO DOMINGO\*\*

En el mundo contemporáneo las prácticas sociales cuentan con una serie de superposiciones, que presentan notables dificultades para el entendimiento por parte de los analistas. En los procesos sociales, por ejemplo, se hallan inmersos valores religiosos, ideas políticas, lógicas culturales, fronteras identitarias, principios morales y construcciones simbólicas de los recursos. Esta maraña de transposiciones en la vida cotidiana, ha llevado a más de un estudioso a falsear la realidad. La complejidad estructural de las sociedades en ocasiones nos hace ver alguno de los campos sociales como determinante entre los demás y en consecuencia, construimos explicaciones o interpretaciones sesgadas de la sociedad.

La mejor forma de explicar los sistemas sociales, por supuesto, es interconectando los diferentes elementos que intervienen en ellos. De esta forma, si analizamos una práctica social en relación con los diferentes campos de lo social, es muy probable que construyamos explicaciones de buena calidad. Bajo esta óptica, Roy Rapaport explicó por qué entre los tsembaga de Nueva Guinea el ritual operaba

como un mecanismo de autorregulación, para que el sistema ecológico alcanzara equilibrio. En este trabajo clásico de la escuela de ecología cultural de la antropología norteamericana, Rapaport analizó la relación entre ganadería y agricultura, las relaciones de trabajo y los conflictos entre hombres y mujeres, el tamaño de la población de cerdos y el equilibrio del entorno, el consumo de proteínas y la anemia, la cultura y los flujos energéticos.

Posteriormente, las explicaciones sistémicas vieron mejores tiempos. En la actualidad se manifiesta una tendencia en la que los modelos semióticos o simbólicos, con elementos posmodernos, poscoloniales y transnacionales dominan los espacios académicos. Bajo esa perspectiva, el interés de la academia se encamina a entender la lógica de los sistemas socioculturales y a producir una descentralización del conocimiento. Esto no quiere decir que la teoría de sistemas esté cayendo en un desuso y menos aún que se hayan demostrado inconsistencias dentro del núcleo duro de este paradigma. Pero ¿cómo explicar la actual tendencia en las ciencias antropológicas?

Es posible que las comunidades científicas, en su afán por defender sus paradigmas, omitan los avances que se han desarrollado en otras propuestas analíticas. Quizá ésta sea la razón por la cual los estudiosos de las relaciones sociales hayan dejado de apoyarse en modelos teóricos muy elaborados, por más satisfactorias que sean las construcciones sobre la complejidad de los sistemas.

El poder analítico de las teorías socioantropológicas es por supuesto limitado y ningún paradigma puede generar la explicación del todo, pero me parece que los modelos energéticos son las propuestas más adecuadas para construir explicaciones satisfactorias sobre los niveles de complejidad estructural, así como lo único constante en la historia de las sociedades: el cambio sociocultural.

Los modelos energéticos nos pueden ayudar a explicar el desarrollo de las sociedades, el colapso de las mismas, las guerras tribales y entre naciones, el papel de los intermediarios, la irracionalidad de los sistemas económicos, la importancia de los rituales en la reproducción social, la conexión entre sistemas religiosos y los procesos económicos y la relación entre la cultura y el proceso de toma de decisiones, entre otras cosas más.

Cabe señalar que la propuesta de estudios energéticos en ciencias sociales no se plantea como una aplicación mecánica y menos aún metafórica de los modelos analíticos de las ciencias exactas. No se propone recrear propuestas deterministas sobre la sociedad, sino utilizar las herramientas analíticas de la ciencia para construir explicaciones de alto rango. Por supuesto, no se trata de abandonar el gran

\* Leonardo Tyrtania, *Termodinámica de la supervivencia para las ciencias sociales*, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México, 230 pp., ISBN 970654365-1

\*\* El Colegio Mexiquense, A.C.

avance que han logrado las ciencias sociales en su pretensión por entender la sociedad, aunque sí trascender las visiones que interpretan o explican a la sociedad humana a partir de la sociedad humana, o bien a la cultura desde la cultura misma. En suma, se trata de entender a las sociedades en sentido amplio, estudiando los constreñimientos macroestructurales de la sociedad y los procesos de autoorganización en su interior. Se trata de explicar a los sistemas sociales en un contexto mayor, dejando atrás las visiones románticas que ubican a la sociedad en el centro del universo.

La teoría energética se ha robustecido en los últimos años con las nuevas contribuciones en el campo de la *termodinámica de procesos irreversibles*, donde los sistemas se entienden como estructuras en equilibrio nulo, que establecen interacciones dinámicas con otros sistemas. En este tenor, la teoría energética se propone analizar a las sociedades en términos de flujos de energía, donde intervienen procesos de realimentación positiva, procesos de realimentación negativa, procesos autopoieticos y procesos autoorganizativos, entre otros.

La antología de textos titulada *Termodinámica de la supervivencia para las ciencias sociales*, del profesor Leonardo Tyrtania, es una muy sugestiva selección que nos invita a explorar el enfoque energético de la sociedad. El texto está integrado por cuatro ensayos clásicos que analizan la sociedad en términos de flujo de energía. Además, cuenta con una interesante guía *para seguir leyendo* y un glosario de gran utilidad para todos los interesados en este paradigma.

El primero de los trabajos es de Thomas R. Blackburn, intitulado *Información y ecología de la academia*. En el mismo, el autor propone una base lógica para el uso de conceptos ecológicos en la elaboración

de un modelo que nos permita entender los sistemas sociales. El ensayo toma como centro de atención a los científicos que producen conocimiento, intercambian y estructuran información. Se discute el concepto de ecosistema como un sistema termodinámico disipativo abierto, para hacer un análisis de ecología social sobre la academia a manera de ejemplo. Blackburn nos comparte las cuatro propiedades de las estructuras disipativas, que a su juicio resultan capitales: (1) Dependencia de flujos energéticos, (2) Homeostasis, (3) Sucesión, y (4) Limitación por el costo de transportación de masa.

Para Blackburn, la comunidad de académicos opera como un grupo de seres vivos relacionados por su acceso común a un flujo energético bien definido y por su participación en una red de flujos de nutrientes e información. La propuesta es muy interesante porque nos permite entender nuestro quehacer científico. Para que un paradigma pueda ser continuado por una comunidad de científicos, según el autor, es una condición *sine qua non* que cuente con formas energéticas indispensables para que esos actores imaginen brillantes ideas sobre la globalización, lo transnacional, los “no lugares”, el caos, el intercambio generalizado, la física de estados sólidos, los estudios culturales y las prácticas discursivas, entre otros elementos. Para lograr la construcción de tan grandes ideas, Blackburn considera indispensable que los académicos dispongan de formas energéticas que les permitan generar el conocimiento en sus centros de investigación e interactuar con sus colegas en todo el mundo. Pero para el autor la comunidad académica, además de energía eléctrica, teléfono, fax, computadoras, papel, servicio de internet o viáticos para realizar investigación y para participar en

congresos, necesita una relativa estabilidad que le permita hacer frente a eventos críticos como los recortes financieros de las universidades. Blackburn entiende que en las comunidades académicas la generación de conocimiento puede traer como resultado la aparición de nuevos paradigmas que dominen los espacios de discusión en la ciencia. Esto es, la comunidad académica empieza a funcionar como una estructura compleja en constante expansión, construyendo fronteras identitarias y patrones jerárquicos entre los paradigmas. Finalmente, según Blackburn, los factores limitantes restringen en las comunidades académicas su crecimiento y productividad. Claro que de esto no se desprende que la escasez del crecimiento sea un elemento condicionante de la desaparición de las comunidades; lejos de esto, el autor señala que la escasez de información entre los científicos aporta ventajas competitivas a los especialistas.

En este trabajo, se demuestra que los científicos, por más racionales que sean, comparten una estructura organizacional paralela a la de los grupos de plantas y animales: las estructuras disipativas.

El segundo de los trabajos presentado en la antología del profesor Tyrtania corre a cargo de Ilya Prigogine, Peter M. Allen y Robert Herman, y se intitula *Tendencias a largo plazo y evolución de la complejidad*. En este análisis se exploran los planteamientos centrales de la teoría de los sistemas disipativos desarrollada por el propio Prigogine. El tema del trabajo son los sistemas termodinámicamente abiertos. Los sistemas vivos intercambian energía y materia con el medio. Para los autores, un rasgo sintomático de los sistemas alejados del equilibrio termodinámico son las interacciones de realimentación entre los diversos componentes del sistema.

Según los autores, las estructuras disipativas son un testimonio de la autoorganización, proceso que resulta fundamental para explicar la evolución de los sistemas biológicos y sociales. Según estos importantes pensadores del Círculo de Roma, la evolución de las estructuras disipativas debe ser entendida como una secuencia autodeterminante entre función, estructura y fluctuaciones, donde la primera corresponde a las ecuaciones que describen la dinámica de población y se expresa en nacimientos, muertes, competencia, depredación y parasitismo, la segunda se expresa en la resultante de la ecuación de la organización trófica del ecosistema en un periodo determinado, y por último, la tercera detalla los procesos de cambio en el comportamiento y los mecanismos de imitación que operan en el ecosistema.

Una de las primeras conclusiones que nos ofrecen los autores es que las organizaciones biológica y social comparten cierta estructura, porque ambas operan como sistemas abiertos y su reproducción depende del intercambio de materia y energía con el entorno. Ciertamente, los autores aluden al hecho de que la ciencia clásica (y la cuántica) está imposibilitada para explicar la dinámica de los sistemas, ya que describen el mundo como sistema estático y reversible, que no experimenta ninguna evolución y donde la información es constante en el tiempo. En este tenor, en el artículo se plantea que la termodinámica puede contribuir a la explicación de las estructuras abiertas, porque ofrece los principios generales que condicionan la evolución de los sistemas macroscópicos. Por un lado, la primera ley establece el principio de conservación de la energía, en la que el intercambio de energía tiene que ser resultado de una transferencia a través de las fronteras del sistema. Por otra parte,

la segunda ley asienta una distinción entre los procesos reversibles e irreversibles, distinción que inserta la dirección preferencial del tiempo y el principio de la entropía.

Las condiciones de “no equilibrio”, señalan los autores, favorecen el desarrollo espontáneo de los sistemas autopoéticos, que mantienen su organización interna sin importar el aumento general de la entropía. En el trabajo se plantea que la mayor parte de la naturaleza está constituida por sistemas disipativos, esto es, sistemas sujetos a flujos de energía y/o de materia, donde la identidad es conservada debido a la interacción con el mundo externo. Una ciudad, por ejemplo, se reproduce porque absorbe energía del mundo externo y la procesa para generar un estado interno de entropía más baja: evitando así caer en el estado del equilibrio termodinámico.

El modelo de relaciones entre función-estructura-fluctuación sugerido por Prigogine, Allen y Herman, puede ayudarnos a entender las estructuras sociales y su evolución. Para ilustrar lo anterior, propongo el siguiente ejemplo. La floricultura en el sur del Estado de México pudiera ser entendida bajo el paradigma de la energética. En los años cincuenta esa actividad se generó con la llegada de familias japonesas a la entidad. En un principio, los japoneses rentaron parcelas de los ejidos a los campesinos mexicanos y los mismos fueron contratados para trabajar en los cultivos de crisantemo, clavel y orquídea. Entre las décadas de los cincuenta y los setenta, la floricultura fue desplazando a los cultivos de jitomate, aguacate y durazno. En ese mismo proceso, los ejidatarios aprendieron la actividad y poco a poco se convirtieron en una fuerza competitiva importante que desplazaría a las familias japonesas. En los primeros veinte años de

vida de la floricultura, la actividad era a cielo abierto y los insumos para enriquecer a las tierras de cultivo se generaban por los propios productores.

La producción de flores fue tan rentable en el sur del Estado de México, que la región experimentó dos oleadas de migrantes japoneses: una entre los años cincuenta y otra durante la década de los sesenta. No obstante, a principios de los setenta los japoneses imaginaron que con la competencia la vitalidad de la floricultura estaba condenada a dejar de ser un negocio. Por lo tanto, muchos regresaron a su país y otros se quedaron, aunque se dedicaron a otras actividades. Este proceso de autoregulación positiva fue contrarrestado años más tarde con la llegada de inversionistas que inyectarían nuevos recursos en la región.

Entre los últimos años de la década de los setenta y los primeros de los ochenta, la economía mexicana experimentó una fuerte contracción, la cual redundó en todas las actividades de manera negativa. Pero durante esa dura fluctuación, que afectaría al grueso de la economía del país, la floricultura experimentó un *boom* de revitalización al sur del Estado de México. Ciertamente, esa expansión en la floricultura estaría acompañada por un fuerte proceso de cambio tecnológico, que dejó atrás los cultivos de temporal a cielo abierto. La nueva cara de la floricultura se caracterizó por la instalación de invernaderos, la utilización de sistemas de riego por goteo y aspersión, el uso de sistemas de calefacción para hacer frente a las heladas, el apoyo de agroquímicos, la ayuda de la mercadotecnia para generar nuevos nichos comerciales y una mayor expansión en los mercados nacional e internacional. Estas nuevas formas energéticas contribuyeron notablemente a una mayor pro-

ductividad, sin embargo, la floricultura, como cualquier sistema termodinámico, quedó imposibilitada para aprovechar todas las formas energéticas que intervenían en el proceso. Obviamente eso redundó en la producción de entropía, que se manifestó en la fuerte contaminación por la utilización de agroquímicos, metal y plástico, tanto en la tierra como en los mantos freáticos.

La teoría de las estructuras disipativas puede ser sin duda un modelo relevante para explicar la integración de las empresas floricultoras, así como su expansión, fluctuaciones y colapso. Por ello resulta muy sugerente la propuesta de los autores, al considerar que si bien la evolución sociocultural tiene características específicas, en realidad éstas son parte de la evolución de nuestro universo físico en el que los procesos no lineales y las condiciones de equilibrio nulo desempeñan un papel decisivo en la autoorganización.

El tercero de los ensayos que integran la antología es *Posdata*, de Nicholas Georgescu-Roegen. El trabajo es una suerte de historia de las discusiones sobre la termodinámica, particularmente en torno a la entropía. En el mismo el autor retoma los debates en los que se discutía si la ley de la entropía, que se aplicaba a sistemas aislados, era o no cuestionada por la existencia de sistemas abiertos como los organismos vivos; si la ley de la entropía determina o no la velocidad de la degradación y si esta ley restringe o no los tipos de estructuras capaces de surgir. Además, como en los dos trabajos anteriores, Georgescu-Roegen afirma que los procesos termodinámicos constriñen la operación de los sistemas, inclu-

yendo a los sociales. De hecho, la ley de la entropía, según el autor, fija los límites materiales de las sociedades humanas y restringe a las generaciones presentes y futuras. El trabajo es breve, pero creo que logra su cometido, a saber, establece una síntesis de la discusión sobre la entropía, para luego intentar un ejercicio acerca de cómo condiciona dicha ley el devenir de las sociedades humanas.

El último trabajo presentado en la antología corre a cargo de Richard N. Adams y se titula *La energética*. La propuesta del profesor Adams esta inscrita dentro de la teoría de sistemas abiertos y se fundamenta en la segunda ley de la termodinámica, la ley de Lotka, el principio de la selección natural y la teoría de las estructuras disipativas de Prigogine. La segunda ley de la termodinámica sostiene que:

- 1) Todos los cambios energéticos buscan una forma de equilibrio;
- 2) Estos procesos son unidireccionales e irreversibles;
- 3) En toda conversión de energía, parte de la energía contenida en la estructura original se dispersa necesariamente en un estado de azar tal, que se vuelve irrecuperable (entropía);
- 4) El universo es un agregado masivo de formas energéticas que tiende a agotarse.<sup>1</sup>

Adams recupera el principio de la selección natural de Darwin, para construir un modelo energético sobre los sistemas sociales. Este principio postula que dada la amplia variedad de especies en expansión que tienen que sobrevivir

en ambientes variados, las formas de vida menos aptas tienen menos posibilidad para hacerlo.<sup>2</sup>

Ahora bien, Adams también utiliza la ley de Lotka como puente entre los dos postulados arriba expuestos; ese principio universal establece que

...los sistemas que captan más energía y en tanto ésta se encuentre en disponibilidad tendrán una ventaja selectiva natural sobre los demás y a expensas de ellos.<sup>3</sup>

La ley de Lotka fue un elemento central para cimentar el paradigma de la energética; sin embargo, faltaba un elemento esencial para completar la propuesta de Adams. Con la ley de Lotka está claro que existen formas que utilizan más energía y que ello resulta decisivo para subsistir frente a otras formas, pero así no se explica por qué surgen las formas más complejas. En este contexto, la teoría de las estructuras disipativas de Prigogine sería fundamental para completar el modelo de Adams.

Una estructura disipativa es una clase especial de estructura de insumo-producto (*input-output*). Es una estructura que está fuera de equilibrio y permanece en dicho estado por su incapacidad para mantener un insumo-producto continuo que la conserve en ese nivel. Para su comprensión es fundamental entender cómo surge y cómo logra mantenerse después. Emerge de un conjunto de circunstancias anteriores que suelen involucrar estructuras disipativas previas, cuando aumenta el flujo de energía al sistema. Este aumento, dados los arreglos estructurales existentes, hace necesaria la aparición de

<sup>1</sup> Richard Adams, *The Eighth Day*, Austin, University of Texas Press, 1988.

<sup>2</sup> Roberto Varela, *Expansión de sistemas y relaciones de poder: antropología política del estado de Morelos*, México, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, 1984.

<sup>3</sup> Richard Adams, *La red de la expansión humana*, México, Ediciones de la Casa Chata, 1978, p. 36.

fluctuaciones. Estas últimas son, en cierto sentido, experimentos en la búsqueda de nuevas estructuras. Tales fluctuaciones persisten hasta que, como dice Prigogine, se produce un *evento crítico*. Éste es la aparición casual, en una fluctuación en particular, de un elemento autocatalítico cuya aparición es esencialmente impredecible y sirve para asegurar el nuevo nivel de insumo-producto necesario para mantener la fluctuación en ese punto del tiempo. Así, hay orden mediante la fluctuación y una forma de alcanzar un orden totalmente diferente del que puede describirse en términos de la dinámica o la termodinámica. La estructura disipativa es, por lo tanto, una estructura autoorganizada que contiene en sí misma los elementos necesarios para mantenerse durante cierto periodo de tiempo.<sup>4</sup>

Entre las características de particular importancia en estas estructuras figura el hecho de que su surgimiento específico sigue una trayectoria esencialmente estocástica, es decir, una trayectoria que es en esencia indeterminística en ciertas coyunturas y nódulos (ya que su dirección depende de factores impredecibles). Además, al incrementarse la energía dentro de un sistema tal, Prigogine observaría que el sistema entra en una fase de fluctuaciones y perturbaciones crecientes que, en algún momento, hacen emerger un nuevo proceso ordenado, una nueva estructura disipativa. Estas estructuras disipativas son estructuras termodinámicas que no solamente crean entropía al crear producto, sino que constantemente toman insumos para mantenerse en su forma estructural particular. Una característica central de la estructura di-

sipativa es que necesita un constante insumo de energía para mantenerse (de aquí se deriva el término “disipativa”; la falta de insumo provoca la disipación de la estructura). En el transcurso de su existencia, las estructuras disipativas manifiestan cierta condición homeostática, o sea, un estado constante.

Éstos son los grandes postulados que le permitieron al profesor Adams estructurar una teoría de largo alcance explicativo sobre la sociedad y su evolución. El autor señala que para entender la energética de la sociedad, una condición *sine qua non* es analizar los eventos que implican gastos de energía. Por energía Adams entiende todo aquello que puede realizar trabajo. El autor señala que en la física clásica se separa categóricamente la materia de la energía, distinción que en su opinión resulta clave para algunos propósitos, pero para los suyos es más adecuado englobarlos, junto con la información, en la categoría de “forma energética”. Desde la perspectiva de Adams, existe una importante relación entre energía e información, ya que la segunda sólo se puede sustentar en formas energéticas. De hecho, cada aspecto energético ofrece la posibilidad de contener información.

De los sistemas energéticos, incluyendo a las sociedades humanas, al autor no sólo le interesa analizar la cantidad de energía aprovechable para el trabajo, sino también la variedad de formas energéticas disponibles, pues a diferentes formas energéticas, corresponden diferentes tipos de trabajo. De esta manera para Adams las formas energéticas requieren de otras formas energéticas capaces de realizar trabajo. Esto nos remite al concepto de disparadores, que son mecanis-

mos de detonación-inhibición. En las sociedades humanas, por ejemplo, los detonadores se refieren a las capacidades intelectuales y tecnológicas que permiten manipular los elementos de un entorno determinado.

Ahora bien, Adams considera que las sociedades humanas operan como estructuras disipativas, porque están en constante fluctuación; su curso histórico muestra un patrón estocástico, sus trayectorias llegan a puntos de bifurcación y los cambios más importantes de las sociedades tienen que ver con la continuación de la expansión.

El profesor Adams señala que la historia sigue un patrón estocástico, si bien el curso de la evolución de la especie humana sugiere que hay algo de orden residual en la selección natural. Apunta que todo evento en la historia sólo puede ocurrir si está disponible la cantidad de energía necesaria para que se realice. La vida es un proceso expansivo y el término de selección natural se refiere al conjunto de procesos y eventos sustantivos que afectan el curso de otros sucesos.

Me parece que la lectura de los textos de la antología del profesor Tyrtania es indispensable para los interesados en la teoría energética de la sociedad. Por supuesto, las ideas de Prigogine son fundamentales para la concreción del paradigma energético, pero las propuestas sobre la energética de la sociedad construidas por otros especialistas, especialmente por el doctor Richard N. Adams, contribuyen al entendimiento de los sistemas sociales. En suma, me parece que esta antología es de lectura impostergable para quienes se interesan en el paradigma de la energética social.

<sup>4</sup> Richard Adams, *Energía y estructura*, México, Fondo de Cultura Económica, 1978.