

LA ENTROPIA EN LA GEOGRAFIA DE MEXICO.

Luis Fuentes Aguilar*

La entropía en la geografía puede definirse como el grado de desorganización de un sistema. La energía del universo tiende a distribuirse en todo el espacio en búsqueda del equilibrio, de la mayor estabilidad, de la mayor dispersión, lo que da lugar al desorden, a la desorganización, al caos, a la entropía.

Las catástrofes que ocasionalmente interrumpen la aparente quietud de la tierra, como los terremotos, los derrumbes, los aludes, las erupciones volcánicas, las tormentas, los ciclones, no son más que pequeñas manifestaciones esporádicas, en este planeta, de la naturaleza que tiende a alcanzar su estado de máximo equilibrio, de estabilidad y de entropía relativa.

La materia y la energía se mueven simultáneamente a favor y en contra de la vida. Por su gran diferenciación, los sistemas compuestos por materia viva, son inestables y frágiles y cada uno de ellos, como unidad individual y singular, llega necesariamente al momento de su desaparición, de su incorporación al equilibrio y a la estabilidad: a la muerte, que es la máxima entropía del sistema.

Para seguir existiendo la materia viva necesita consumir y degradar energía continuamente; energía que los sistemas transforman en trabajo, que a su vez es utilizado en las funciones necesarias para la misma obtención de energía, para el crecimiento, para el desarrollo, para la evolución del sistema singular y su integración a sistemas más elevados, así como para la reproducción.

Los sistemas compuestos por materia viva necesitan energía para oponerse a la entropía. Lo mismo acontece con la sociedad. Sin embargo, la sola posesión de energía no es suficiente para que un sistema se integre. Es preciso que además existan transformadores de energía a energía útil y que exista una estructura capaz de aprovechar dicha energía.

Por otro lado, la escasez de energía, el no tener acceso a las fuentes de energía, el no poseer transformadores de energía o el no tener una estructura capaz de aprovechar la energía útil, son factores que no impiden que los hombres se incorporen al caos y al equilibrio al que tiende la naturaleza, lo que da por resultado el derroche, el subdesarrollo, la degradación del entorno.

El hombre ha destruido en forma brutal muchas de las riquezas que ofrece la naturaleza; ha abierto, abandonado y erosionado tierras; ha talado inmensos bosques y ha favorecido el proceso de desertización – proceso que está avanzando ahora sobre las zonas tropicales y templadas del mundo-; ha desecado lagos; ha deshecho montañas y ha dejado huecos en el subsuelo mediante la explotación minera; ha estropeado la pureza del aire en muchas regiones; ha

* Instituto de Geografía, UNAM.

exterminado especies de fauna y ha envenenado peces con los desperdicios químicos y con el petróleo vertido en las aguas de los ríos y los mares; incluso bombardea las selvas de Vietnam con sustancias desfoliadoras para que no crezcan ya las ramas ni las hojas de los árboles, aniquilando el vegetal detrás del cual está el guerrillero. Acaba incluso con islas enteras mediante explosiones atómicas y pone en peligro la existencia del hombre en una posible guerra nuclear, no sólo nuclear sino bacteriológica y química total⁽¹⁾.

Hasta ahora, en las sociedades ricas en energía, la distribución de ésta entre los distintos grupos de seres humanos que los integran y la estructura que los enmarca ha determinado una tendencia hacia la división del trabajo, la interdependencia, la cosificación, la desindividualización, la monotonía y la enajenación de los hombres debido a una industrialización deshumanizada. Además, estos organismos ricos en energía tienden a generar violencia en sus alrededores.

El subdesarrollo se manifiesta por la falta de energía que pueda diferenciar al sistema en equilibrio de la desorganización, del caos, mientras que las enfermedades del desarrollo se deben a un gran desequilibrio e inestabilidad con respecto al medio ambiente. Frecuentemente se asocia la alteración del entorno al desarrollo de las sociedades industrializadas, que implica el incremento de la entropía entre el sistema productivo y el sistema natural. Una manifestación de este incremento es la polución atmosférica. Quizás se logre un cierto control en la polución de partículas materiales en nuestro sistema; lo que nunca se logrará será detener el aumento creciente en el consumo y la degradación de energía. La producción de calor irá necesariamente en aumento. Esto no constituye un problema mientras la Tierra, como todo cuerpo poseedor de una temperatura, envíe más energía al espacio de la que recibe en su tendencia a enfriarse. La misma Tierra es un sistema cuya entropía aumenta.

El problema de cómo manejar el calor excesivo que produce la sociedad al degradar energía, se presentará paulatinamente a medida que aumente la concentración de bióxido de carbono en la atmósfera que impida la salida de calor al espacio en forma de rayos infrarrojos.

En el transcurso del último siglo la concentración de bióxido de carbono ha aumentado de 290 a 320 partes por millón y para el año 2000 se calcula que será de 400 partes por millón, lo que aumentará el efecto de invernadero de la atmósfera, ocasionando para entonces un aumento de la temperatura promedio del planeta⁽²⁾. O sea que esta tendencia a la entropía lleva también implícito el riesgo de lo que se podría llamar polución energética. El calor que produce el hombre al utilizar energía, termina en forma de calor irrecuperable, y es mínimo

⁽¹⁾ Bassaols, Angel. 1970. "El medio natural y la acción del hombre", Revista Planificación. Sociedad Mexicana de Planificación, núm. 6, p. 18. México.

⁽²⁾ SEDUE, 1988. Informe sobre el estado del medio ambiente en México. P. 38. México.

comparado con el calor que le llega a la Tierra procedente del Sol en forma de energía radiante.

Se podría resumir el funcionamiento de la biosfera del siguiente modo: en el exterior, una fuente de energía, representada por la radiación solar; en el interior, la biomasa, donde se desarrollan los fenómenos del metabolismo, al término de los cuales unos organismos nacen, otros mueren, unos se alimentan de otros formando cadenas alimentarias en un permanente y gigantesco ciclo biológico, en cuya salida, materias y formas de energía pasan de un estado biológico a otro.

Estos procesos biológicos se inician en realidad con el ciclo de la energía solar, que constituye la verdadera fuente de vida de la Tierra. A partir de la radiación solar, las plantas verdes pueden realizar el proceso de la fotosíntesis, transformando la materia inerte en materia orgánica y liberando oxígeno (ciclo del oxígeno). Este no sólo sale de la vida –casi todo el oxígeno que existe en la atmósfera es de origen biológico–, sino que al mismo tiempo mantiene la vida.

Tratándose de un sistema autorregulador, la biosfera tiende a la estabilidad, es decir, a conservar sus rasgos esenciales para poder pervivir a los posibles cambios o alteraciones del ambiente. Entre los rasgos esenciales de la biosfera figura el de constituir un sistema abierto, sometido a la acción de la energía solar, pero cerrado desde el punto de vista de los materiales. De aquí la necesidad de reciclar los residuos y de utilizar los productos de desecho de un proceso como materia prima para el siguiente.

Desde este punto de vista, se puede enfocar el problema de la contaminación, que supone no resolver adecuadamente, como un proceso de la biosfera, el reciclaje de la producción humana de energía y de materiales. La contaminación debería ser simplemente algo fuera de lugar si se observasen las leyes o normas que rigen la entropía de los ecosistemas y de la biosfera.

Pero esto normalmente no acontece así, y tal como ha sucedido y sucede con la explotación de los recursos naturales, el hombre olvida con frecuencia que su dominio sobre la naturaleza no es el dominio de alguien situado fuera de la misma, sino que al constituir un elemento de la biosfera todo su dominio sobre ella consiste en que, a diferencia de los demás seres, es capaz de conocer sus leyes y de aplicarlas adecuadamente.

La sociedad es un sistema integrado por seres humanos y, por tanto, compuesto de materia viva social, una etapa más en la evolución de la materia, en este caso particular de la materia viva. La sociedad se comporta como un sistema abierto por el que fluye la energía del ambiente y con el cual intercambia materia, utiliza productos y emite desechos⁽³⁾.

⁽³⁾ Cesarman, Eduardo., 1982. Hombre y entropía. Termodinámica social. Ediciones Germilca, p. 188. México.

La biosfera está habilitada por una comunidad de todas las especies, entre las que se encuentra la especie humana, además está formada por toda la materia inerte de la superficie terrestre: suelo, subsuelo, océanos, mares, lagos, ríos y atmósfera. La especie humana, y el sistema social que ella integra, forma parte del biosistema de la corteza terrestre.

El sistema social, al igual que el organismo humano, tiende a degradar la energía en calor, aún dentro de las condiciones óptimas de funcionamiento, es decir, de salud. Durante la enfermedad se altera y a veces aumenta esta tendencia a la degradación de la energía. Tanto el organismo sano como el enfermo son parte de la naturaleza. La única opción del hombre dentro de la sociedad, parecería ser el intento de mantener sana a la sociedad, degradando menos energía. Pero en realidad, sucede lo contrario, la sociedad parece estar cada vez más enferma, almacenando energía inútil, degradando energía excesivamente y distribuyéndola mal. La tendencia de la sociedad a aumentar la entropía y a cumplir con la segunda ley de la termodinámica es evidente.

Una forma simple de expresar la segunda ley de la termodinámica, es que el calor tiende a fluir de las zonas de mayor temperatura a las de menor temperatura. Como todas las formas de energía se convierten de modo natural en calor, se dice que la energía se degrada. A su vez el calor tiende a igualarse en todos los cuerpos y elementos de un sistema, tendiendo a lograr un equilibrio de la energía. La segunda ley de la termodinámica generaliza estos conceptos.

Bajo estas premisas conviene acercarse al balance de energía, a los niveles de entropía de la ciudad más grande del mundo, la ciudad de México que concentra más de 20 millones de personas que viven en agudos contrastes y que, dada la falta de homogeneidad social y cultural configuran un mosaico de tres ciudades distintas con linderos más o menos definidos. La ciudad de las clases acomodadas que cuenta con todo el equipamiento necesario y que se extiende, en términos generales, por la parte centro oriental del Distrito Federal; la ciudad de los pobres, como un anillo que encierra a la primera por la parte norte y oriente y se extiende al Estado de México, hasta Ciudad Nezahualcoyotl, Ecatepec y la parte norte de Tlalnepantla. En esta zona se encuentra el 60% de la población y en términos ecológicos de armonía estética y calidad de vida, su estado es desastroso ya que no existe en ella el menor control sobre la entropía.

La mayoría de estas zonas consideradas deprimidas se han desarrollado en base a la explotación de la urgente necesidad de vivienda que crece a una tasa muy superior a la capacidad de los programas y recursos destinados a solucionarlo, ya que tales programas están destinados, paradójicamente, a darle vivienda a quien ya la tiene, debido a las condiciones y garantías en que se ofrecen los créditos para poder adquirirlas. Todo ello incrementa los niveles de desorganización aumentando la entropía espacial, que se manifiesta en el crecimiento desordenado de la ciudad y de las áreas marginadas.

De la producción total de viviendas que se da en la ciudad de México, el 70% es autoconstrucción con todas las características depauperantes que implica su practica cuando se realiza sin orientación y sin recursos. La irregularidad en la tendencia de la tierra se presenta en la mayoría de las llamadas “colonias proletarias”, y sus pobladores tienen que pagar un costo relativamente mayor que las áreas ricas, no sólo por la dotación de servicios sino por los materiales de construcción y los trámites de regularización, debido a que esta población mayoritaria no encaja dentro del modelo de vida prevista y por lo tanto se les mantiene dentro de controles permanentes de energía.

México, la ciudad de México, hasta antes de 1930 era una urbe armónica y pudo llegar a ser en nuestros días una de las ciudades más bellas y habitables del mundo. Según decir de don Artemio del Valle Arispe: “La ciudad de México debe contarse, sin duda alguna, entre las más hermosas que los europeos han fundado en ambos hemisferios”. No obstante, debido a la falta de previsión, la ciudad se ha convertido en uno de los lugares más inhóspito que existen: padece los más altos índices de contaminación visual, sonora y atmosférica; la “región más transparente” es una mortaja gris.

Existen los más ineficaces sistemas de transporte colectivo, a pesar del tren subterráneo (METRO), que por falta de ampliaciones oportunas funciona actualmente al doble de su capacidad normal, lo cual lo convierte en una calamidad para quienes tienen la necesidad de usarlo. Se ha dicho y no sin razón, que en los países del tercer mundo, el tren subterráneo es un costoso esfuerzo por mantener a las masas bajo el suelo y dejar la superficie para los automovilistas. Tomar un camión o esperar un taxi en la ciudad de México significa hasta una hora de espera en largas filas, sin la menor protección al sol o a la lluvia y viajar hacinados las más de las veces.

Coinciden en el tiempo factores que al ser incluidos indiscriminadamente dentro del sistema de crecimiento de la ciudad, han determinado su desastre, como la presencia multitudinaria del automóvil que acentúa la fricción espacial en la distribución de materia y energía por la ciudad. Al adoptar la ciudad al automóvil ha ido marginando de la urbe al peatón, al niño, a los ancianos y los desvalidos. Se arrasan zonas verdes y se reduce el espacio vital de las personas.

No obstante, la explosión automovilística ha superado en crecimiento a la explosión demográfica en América Latina: 4.1% para los seres humanos y 15% para el automóvil. Salta a la vista lo absurdo de este nivel de entropía que privilegia el uso del automóvil, canalizando para ello los mejores recursos y mantiene a nivel de ineficiencia permanente los transportes públicos. Sin embargo, en una política reiterada y sostenida por todos los regímenes en México desde 1940 a la fecha: viaducto, anillo periférico, circuito interior, ejes viales, son todas ellas obras que en su momento han seguido este criterio.

Estas contradicciones se agudizan en las zonas populares que al ceder el espacio al automóvil han creado verdaderos engendros de fealdad, peligrosidad y

contaminación tales como la calzada Ignacio Zaragoza del Distrito Federal, cuyo trayecto es un muestrario de todas las lacras urbanas de nuestra época. Los peatones tienen que cruzar por encima de los vehículos escalando altos pasos a desnivel en los cuales la máquina, a pesar de su potencia, realiza el menor esfuerzo, y los enfermos, los ancianos, las mujeres embarazadas o que portan bolsas con comestibles, o cargan a sus hijos, se ven en la necesidad de cruzar por debajo desafiando un tránsito hostil, en donde la contaminación por gases de combustión es tan alta, que ha hecho fracasar cualquier intento de reforestación en su camellón central, y los añosos árboles que existían originalmente en la calzada se extinguen inexorablemente.

La entropía urbana también se manifiesta por la violencia que se vive en sus distintas expresiones. La degradación de la energía social, sin la orientación debida es propia de las ciudades densamente pobladas donde se registran incrementos considerables de las tasas de violencia y delincuencia. Sin embargo, la interpretación de estos hechos deben relacionarse con los niveles de desorganización de la energía, de una entropía liberada que es patente en la pobreza, la insalubridad, la mala nutrición, la falta de educación y la falta de equidad tan características del ambiente social urbano.

Actualmente es visible la psicopatología social vinculada con diferentes tipos de pobreza: afectiva, económica, nutricional y educativa, así como con el aislamiento social en medio de la multitud. ⁽⁴⁾ Millones de seres humanos sufren de influencias psicosociales potencialmente productoras de episodios de crisis, que giran alrededor de las consecuencias de problemas vinculados con embarazos no deseados, abortos provocados, madres solteras, hijos rechazados, niños inhaladores de solventes industriales, niños con problemas emocionales y de aprendizaje, mujeres e hijos maltratados, delincuencia juvenil, adolescentes fármaco dependientes, problemas relacionados con la ingestión de bebidas alcohólicas, estupro, accidentes, violencia física, criminalidad, suicidio, crueldad con los ancianos, síndrome de entropía social en las poblaciones de pobreza extrema, periodos de duelo excesivamente prolongados, síndromes depresivos y ansiosos, y enfermedades psiquiátricas invalidantes.

Resulta lógico concluir que las instituciones de salud por si mismas no pueden ofrecer solución a todo el sufrimiento colectivo e individual. Sin embargo, si pueden favorecer el desarrollo de la auto asistencia y la autogestión, mediante acciones combinadas ante la sociedad en sus diferentes estratos y el gobierno, que implica, en otras palabras, el control de la entropía y de la desorganización social.

La delincuencia colectiva, el pandillerismo, la prostitución, el alcoholismo y la drogadicción son, entre otros, los signos típicos del fenómeno urbano calificado como "conductas antisociales". Para nadie es novedad que exista la violencia. Se

⁽⁴⁾ Pucheu Rojas, Carlos. 1988. "Violencia urbana y salud". Revista Mexicana de Seguridad Social, IMSS, pp. 70-79. México.

conocen fenómenos de la naturaleza que son violentos por excelencia. De hecho, la vida transcurre en medio de accidentes e incidentes violentos, y buena parte del aprendizaje para vivir se adquiere violentamente de las manifestaciones cotidianas de la entropía social. Hay niveles reconocidos de violencia e inseguridad con los que el individuo, la familia y la sociedad se ven obligados a contender, a pesar del anhelo colectivo de vivir en armonía, seguridad y concordia.

Cada persona es una fuente de violencia potencial que puede expresarse en relación consigo misma o con los demás. Por esa razón, la violencia individual o de pequeños grupos afecta a toda la sociedad. Nadie es, o puede llegar a ser, ajeno a ella. La seguridad individual depende entonces de la seguridad del grupo y la comunidad. Y aquí reside la posibilidad de cambio: la violencia involucra a todos en sus causas y en su expresión, pero también en la posibilidad de moderarla. Más aún, la labor comunitaria se perfila, hoy por hoy, como una verdadera arma para abatir este problema.

En situaciones de emergencia, en que se pone en peligro la integridad del sistema por cualquier trastorno en el aporte energético, la sociedad reacciona adaptándose a la contingencia mediante un proceso inmediato, al que Hans Selye denominó: "síndrome de adaptación general". El cambio continuo de la materia y de la energía, así como de la estructura que éstas determinan, es imprescindible para que el sistema sociedad, al igual que cualquier otro organismo complejo compuesto por materia viva, se continúe integrando. Cualquier interrupción en el proceso del movimiento de la materia, de la energía y de las estructuras significa su desintegración, la cual hay que evitar mediante acciones comunitarias de solidaridad.

De otra manera, la muerte del organismo sociedad, como la de cualquier organismo vivo es un hecho. Lo que cabe preguntarse es ¿en qué etapa de dicho proceso se encuentra actualmente la sociedad? Es probable que mientras llegue el momento de entropía absoluta en la Tierra, este organismo social que muere a través de la degradación del ambiente y la violencia social, genere otro u otros organismos sociales, con su propio ciclo vital, de acuerdo con las características de la materia viva, que son el utilizar la energía para crecer, reproducirse y morir.

Desde que se emplea el conocimiento científico y tecnológico para incrementar las fuerzas productivas de la naturaleza, es imposible abstraerlas de las fuerzas sociales de producción. Sin embargo, la productividad natural de los recursos no es una función creciente del progreso tecnológico. Más aún, puesto que la reproducción de los recursos naturales, así como la productividad natural tiene límites de respuesta con respecto al incremento en el ritmo de su explotación, un aumento de las fuerzas productivas del trabajo puede llevar a una disminución de la productividad natural.

Las causas predominantes de la "crisis ambiental" no son las de una presión neomalthusiana de la población sobre los recursos, ni de una tendencia "natural"

del progreso histórico hacia un consumo creciente de energía. ⁽⁵⁾ Las crisis de recursos, de alimentos, de energía, y la sobreexplotación y depleción o agotamiento de los mismo, es el resultado de un proceso económico dirigido por el propósito de maximizar en el corto plazo las ganancias de los capitales invertidos, asociados con los patrones de consumo de la sociedad opulenta.

Dentro de este paradigma económico de producción, los ecosistemas terrestres son fuente de materias primas que, por medio de la aplicación de capital y trabajo, generan productos comercializables. Sin embargo, la productividad primaria de los ecosistemas –su capacidad natural para elaborar materia vegetal a través del proceso fotosintético, y su potencial para producir satisfactores naturales- queda excluida del concepto de productividad económica. Al carecer de un precio de mercado, estos procesos naturales aparecen, como otros tantos satisfactores, sin un proceso de valorización. El crecimiento económico y el progreso tecnológico generados, emergen, de esta forma, como una racionalidad contra natura.

La implementación de una regionalidad geográfica a partir de los principios expuestos, requiere de nuevos instrumentos para valorar el entorno. Estos cambios están relacionados con la producción de nuevos conceptos para la evaluación social de esta estrategia de desarrollo, así como para la orientación de un programa de innovaciones científicas y tecnológicas. La evaluación social de estos procesos requiere de instrumentos de análisis de la distribución social y geográfica de los costos y beneficios ecológicos, energéticos, económicos y tecnológicos de las actuales prácticas productivas, y de las soluciones alternas que surgirán de una racionalidad geotecnológica. Para ello será necesario generar nuevos métodos para evaluar la disponibilidad de recursos y su potencial productivo bajo sistemas alternativos de explotación, diseñando diferentes formas de manejo de los recursos que ordene las transformaciones productivas limitando los niveles de entropía.

Es evidente que es viable para América Latina la construcción de un proyecto cuyo estilo de desarrollo tienda efectivamente al incremento de la calidad de vida de los estratos mayoritarios, ya que existe la base material de recursos para generar riqueza por medio de una tecnología y medios de producción del pueblo para el pueblo.

Jacques Cousteau en una expedición por el Amazonas, dijo que era responsabilidad de nuestra generación la construcción de un mundo autosustentable a largo plazo, que deje atrás la época de la escasez, que permita el derecho de la autorrealización, al llamamiento del amor, a la expresión espontánea de los sentimientos, al repudio del mundo de lo mercantil y lo artificial, a cambio de la práctica de la ayuda mutua, del respecto a la vida, del equilibrio con la naturaleza, del trabajo, no como deber, sino con un sentido colectivo, del respeto a los derechos humanos, de la reivindicación del goce; por decirlo en una

⁽⁵⁾ Leff, Enrique. 1986. Ecología y Capital. Hacia un programa ambiental del desarrollo. Coordinación de Humanidades, UNAM, P. 120. México.

palabra, de la práctica de la libertad. En esa ocasión Cousteau enfatizó que él preveía una maravilla para la vida humana dentro de un millón de años, sí, sólo sí, la salvamos los próximos cincuenta, y reiteró que esa era nuestra responsabilidad.

Pensando en una geografía nacionalista, una vez más afirmo con la frase de Víctor Hugo: “No hay ejército que detenga una idea cuyo tiempo ha llegado”.