

LA CORRIENTE DE LA TERMODINÁMICA EN LOS PROCESOS SOCIALES. UN ACERCAMIENTO TEÓRICO

THE IMPORTANCE OF PROMOTING CRITICAL THINKING, IN CHILDREN AND ADOLESCENTS, FROM SCHOOL

Roberto Rivera Pérez⁴
rrp@azc.uam.mx
ORCID: 0000-0001-6374-8225
Ciudad de México, México

Recibido: 10 de diciembre de 2025 / Aceptado 13 de marzo de 2025

RESUMEN

Las relaciones de poder y el establecimiento de jerarquías, son las partes más visibles y siempre analizadas en gran parte de los estudios sobre los fenómenos sociales, pero ¿qué ocurre con el tema del control de los recursos como una forma de ejercer el poder? aspecto que fue observado desde Marx, pero que no se había explotado en su totalidad. Asimismo, la corriente de la termodinámica de la física mecánica, refiere sobre cantidades de energía irre recuperables por realizar cualquier tipo de trabajo, y la necesidad de los sistemas complejos por establecer estrategias para resolver parcial y temporalmente esa situación.

Sobre la base de lo anterior, se debe preguntar ¿Podría existir una relación teórica entre los procesos sociales de la lucha por el control de recursos con la corriente de la termodinámica? Premisa que estará presente en el desarrollo de este artículo.

Palabras claves: Relaciones de poder, teorías de la complejidad, interdisciplina, recursos energéticos escasos.

ABSTRACT

Power relations and the establishment of hierarchies are the most visible and consistently analyzed aspects of much of the research on social phenomena. But what about the issue of resource control as a way of exercising power? This aspect has been observed since Marx, but has not been fully explored. Likewise, the thermodynamics of mechanical physics refers to irrecoverable amounts of energy from performing any type of work, and the need for complex systems to establish strategies to partially and temporarily resolve this situation.

Based on the above, one must ask: Could there be a theoretical relationship between the social processes of the struggle for resource control and the thermodynamics movement? A premise that will be present throughout this article.

⁴ Docente de la Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, México; Escuela Militar de Ingeniería "Mcal. Antonio José de Sucre", Bolivia; Centro de Investigación y Estudios Transdisciplinarios, Bolivia. FCPyS, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Keywords: Power relations, complexity theories, interdisciplinarity, scarce energy resources.

“El primer acto histórico de estos individuos, merced a los que se distinguen de los animales, no consiste en que piensan, sino que comienzan a producir los indispensables medios de subsistencia” (Marx, 2006).

Debemos leer las obras de los antiguos, porque es una ventana grande el aprovechar los trabajos de tantos hombres (y mujeres), para conocer lo que de bueno inventaron, y para saber lo que resta por descubrir en todas las ciencias. (Descartes, 1996)
Paréntesis internos míos.

INTRODUCCIÓN

¡Los individuos que no conocen su historia, no saben de dónde es que vienen y mucho menos hacia dónde van! Afirmación que va más allá de la falaz frase: “¡Quien desconoce su historia está condenado a repetirla!” Ya que la historia (expresada desde la prehistoria hasta la modernidad) ha demostrado que la relación entre los individuos, los grupos humanos, las organizaciones sociales y las naciones está vinculada a la competencia por el control y la administración de los recursos energéticos escasos (territorio, tiempo, capital humano, recursos renovables y no renovables, entre otros). Este detalle podría relacionarse con la segunda ley de la termodinámica, ya que todos los sistemas, debido al constante desgaste de energía incluso en el proceso más mínimo, tienden inevitablemente a un estado de equilibrio térmico.

Por lo anterior, el presente artículo tiene por objetivo central: *a partir de un recorrido desde las corrientes de la sociología política y de la antropología del poder, se establecerá un vínculo con el segundo principio de la termodinámica (la ley de la entropía), a fin de inspirar a otras y otros investigadores por la búsqueda y construcción de otros isomorfismos que traten de reconciliar los diálogos fracturados entre las disciplinas contemporáneas.*

Para lograr lo anterior, se presentan los siguientes apartados.

1.0 Sucinta historia sobre los orígenes del pensamiento científico

Desde la etapa más primigenia de la prehistoria (Paleolítico y Neolítico), los antecesores del ser humano contemporáneo se caracterizaron por destinar largos periodos de tiempo a la observación y la reflexión sobre su entorno y su contexto inmediato, se observó el comportamiento de “los otros” animales (presas o cazadores), se reflexionó sobre el cómo le sería posible acceder y controlar los elementos básico para su subsistencia (recursos energéticos escasos, tales como mejores territorios para la caza, la pesca y la recolección; el acceso al agua, al hospedaje, a otros materiales necesarios para hacer herramientas, etc.), a fin de contar con mejores condiciones para la reproducción y el cuidado de la descendencia. Asimismo, se comenzó a cuestionar

sobre la influencia de los cambios inciertos, caóticos e inesperados que provocaba y caracteriza el medio ambiente (como son: las erupciones volcánicas, los terremotos, las glaciaciones, los maremotos, los tsunamis, tornados, los incendios, las sequías, entre muchos otros) acompañados por la “regularidad” de los periodos estacionales. Finalmente los miembros de los grupos sociales se comenzaron a preguntar sobre su papel (o rol) en el escenario de la vida, considerando que existían “otros” físicamente parecidos a los primeros, pero también “otros” más fuertes, grandes, más veloces, físicamente diferentes y con otras habilidades y cualidades físicas innatas que les colocaba en una posición de ventaja en la obtención de los recursos energéticos escasos (particularmente la comida y el agua); mismos que también eran disputados por otros seres vivos (o sistemas complejos adaptativos).

1.1 Presencia de la actividad *computante* y *cogitante* en el ser humano

Fue a razón de un continuo ejercicio de observación, especulación y reflexión, que, en algún momento del periodo Paleolítico, se comenzó a desarrollar la habilidad *cogitante* (propia de la formulación y la estructuración del lenguaje, acompañado por los inicios de la escritura, manifiesto en las pinturas rupestres), seguida por la habilidad *computante* (propia del cálculo, la especulación y la previsión de los riesgos en el marco de diferentes escenarios y contextos). Particularmente el fenómeno de la *cogitación*, requirió el establecimiento de acuerdos para el empleo de un solo lenguaje articulado que terminaría nombrando, reconociendo y distinguiendo a los objetos, de los lugares, de los animales, de las personas y de las organizaciones sociales; tal como lo explicó Platón en sus manuscritos del *Cratilo* y el *Timeo*.

Con esta acción –el acto de nombrar a partir de un lenguaje convencional-, se abrió la puerta a la escritura (que comenzó con las pinturas rupestres, pasando por los jeroglíficos hasta el lenguaje codificado que llega hasta nuestros días, y por el cual, usted está leyendo y comprendiendo este artículo). Asimismo, fue la capacidad cogitante del ser humano, la que inspiró a la creación de modelos, es decir, representaciones manipulables de una parte de la realidad con la que se desea interactuar, a fin de poder conocerla y posteriormente controlarla en posibilidad al trabajo (w) y el alcance tecnológico que se encuentra disponible en ese preciso momento.

Por ende, tanto la escritura como la creación de los modelos, fueron algunas de las herramientas que se emplearon para la trascendencia de los saberes y demás conocimientos a las siguientes generaciones, las cuales ya no se verían determinadamente limitadas a la tradición oral. Por lo tanto, se puede comenzar a afirmar que a partir de ese momento tanto el acceso a la información como la manipulación del conocimiento, se volvieron recursos energéticos escasos (o neguentrópicos) en disputa, como lo sugirió Rivera (2024). Considerando que la neguentropía o entropía negativa, son las todas acciones o trabajos (w) que realizarán los sistemas complejos adaptativos (o seres vivos), a fin de retrasar o alejarse lo más posible de los estados de equilibrio térmico (entropía cero o la muerte) que siempre están supeditados a la flecha del tiempo, es decir, todo sistema complejo inevitablemente va rumbo al equilibrio por disipación energética, solo que unos sistemas van más rápidos que otros.

Por otra parte, la actividad *computante* (propia de la especulación, el análisis y el cálculo: oportunidad-costo-beneficio) se volvió fundamental sobre todo para establecer cuánta energía en forma de trabajo y apoyado de la tecnología de la época se tiene que invertir, para obtener recursos escasos energéticos que se pueden considerar nequentrópicos, tanto para los individuos como para el grupo o el colectivo. Y fue justo en ese momento, que nació la necesidad del proceso administrativo y sus cuatro etapas (la planeación, la organización, la dirección y el control). Los cuales, actualmente se sigue utilizando al interior de las empresas sean estas de productos o servicios; y ambas, desde la óptica de la teoría administrativa, también son consideradas como sistemas complejos que son termodinámicamente disipativos, y por ende, requieren hacerse de cada vez más recursos energéticos escasos (información de innovación de productos o servicios, clientes, capital humano, materiales de producción, nuevos mercados, tiempo de producción, venta y consumo de mercancías, etc.) para garantizar su continuidad en el negocio. De ahí una de las máximas -o dichos populares- en el proceso administrativo: “¡Existen pocos recursos, y muchos interesados en poder acceder y controlarlos a su favor!”.

Como se ha sugerido hasta este momento, la fusión entre la capacidad computante y cogitante en el ser humano, fueron algunos de los elementos a considerar en la construcción epistémica de las actuales disciplinas de la administración (por el tema de economizar recursos energéticos escasos), las ciencias políticas (el poder que se debe ejercer sobre las personas, a fin de regular el natural egoísmo individualista), la jurisprudencia (como reguladoras de las fuerzas del Estado y administradora de la justicia en la población civil), pero también de la física mecánica, la química y la biología, las cuales fueron vistas como disciplinas científicas que estaban destinadas a la aplicación práctica y el desarrollo tecnocientífico, a fin de facilitar y reducir el esfuerzo (o trabajo) en la obtención de cada vez más recursos escasos energéticos (o nequentrópicos) que son exigidos por los sistemas complejos termodinámicamente disipativos, como los seres vivos, las empresas y la sociedad en general.

1.2 Los procesos históricos vistos desde la óptica de los recursos escasos

La historia de la humanidad en general, debe ser vista y analizada desde los procesos históricos de larga duración. Cuyos periodos históricos (prehistoria, Oscurantismo, Edad Media, Ilustración, Revolución Industrial, época moderna) siempre se han visto afectados por emergentes cambios climáticos, sociales, económicos, políticos y la presencia de pandemias, que recurrentemente desestabilizaban –aún lo hacen- el orden social y políticamente establecido. Por ende la humanidad –tal como lo sostiene la historia universal-, siempre ha buscado establecer alternativas y estrategias para hacerse de cada vez de más recursos nequentrópicos, sea mediante el desarrollo de nuevas herramientas y tecnologías y/o el control de nuevos medios de producción, entre los que se comenzó a incluir al capital humano, ya sea como mano de obra esclava, feudal o económicamente productiva supeditada a la división social y sexual del trabajo en periodos industriales, como lo sugirió Engels (2006). Asimismo, se fomentaron los discursos que van desde “civilizar, modernizar, evangelizar, llevar la democracia, acabar con el terrorismo, atender la violación de derechos humanos, la necesidad del espacio vital, posible amenaza a la soberanía nacional, entre otros” para justificar la intervención armada, el colonialismo y la ocupación militar, que a

su vez permita justificar el acceso y control sobre recursos escasos recientemente expropiados a otros países o sistemas, como ocurre en la actualidad.

La anterior disertación, permite considerar tres ejes fundamentales en la historia de la ciencia:

El primero, la ciencia se caracterizará porque la mayor parte de los desarrollos e intereses de investigación se centrarán en la mejora de técnicas y en el perfeccionamiento de los procesos para la producción alimentaria, pero también del campo bélico, lo que da pauta a las carreras armamentistas entre los sistemas complejos (o países).

Segundo, existe un debate contemporáneo entre las corrientes de *los continuistas* y *los discontinuistas*, para explicar el desenlace de los procesos históricos de los avances científicos. Los primeros, se caracterizan por sostener que todos los desarrollos científicos han sido continuos, sin pausas históricas y siempre con resultados favorables en diferentes campos disciplinares y del conocimiento. A diferencia de los discontinuistas, quienes apuestan avances, pero también periodos históricos con inciertas temporalidades en donde simplemente no existieron desarrollos científicos y tecnocientíficos relevantes, a razón de que no se contaba con las condiciones sociales y políticas que permitiera el desarrollo de ideas –como ocurrió en el Oscurantismo–, o simplemente, no se tenían las herramientas y/o avances tecnológicos que permitiera la explotación de la idea. A manera de ejemplo: Las grandes civilizaciones e imperios del continente americano carecían de la rueda a la llegada de los conquistadores europeos, y la razón se debe a que en el continente no existían animales de tiro (bueyes y caballos), por ende, la rueda era una tecnología inútil, lo que no significa que desconociera.

En postura del autor del presente aporte: El proceso histórico del desarrollo de la ciencia se caracteriza por ser un fenómeno *no-lineal* en que conviven de manera paralela tanto el discurso continuista como el discontinuista, dando la oportunidad de tener largos periodos de desarrollo científico, tecnológico y tecnocientífico, pero también periodos de pausa y retrocesos, resultado de emergentes procesos sociales, religiosos, ideológicos, políticos y económicos que caracterizan a cada época.

En ese sentido: ¿Quién podría olvidar el efecto del retroceso científico que caracterizó al periodo del Oscurantismo en Europa? O ¿Acaso se puede olvidar la recuperación de la madurez intelectual -en términos kantianos- como efecto de la Ilustración? O ¿Será posible no recordar la oportuna herencia de la *Declaración de los derechos del hombre* como resultado de la Revolución Francesa, así como el inicio de los movimientos feministas en ese mismo contexto y periodo de la historia?

Tercero, surge a partir de las reflexiones epistémicas de Koyre (1980) y Kuhn (1978) quienes aluden a los fenómenos de las revoluciones científicas a partir de la confrontación paradigmática, caracterizada por la revisión y crítica de la continuidad y valía de los paradigmas, a fin de ser suplantados por otro paradigma hasta que se consolide una nueva postura teórica o una ley. El detalle a considerar, es que el paradigma previamente derrocado o anquilosado, no es olvidado, antes, al contrario, se recupera para explicar los orígenes de las teorías y leyes vigentes en la disciplina en donde tuvo su origen, pero también para que se integre en lo posible en otras áreas disciplinares, y con ello permita plantear nuevos horizontes de problemas y pesquisas

que en otras condiciones no hubiera sido posible pensarlas o implementarlas. Tal como ocurrió con el concepto de sistemas, la cual es compartida tanto en ciencias que son predominantemente cuantificables o matematizables (y que en contextos positivistas se asocian a las ciencias básicas o en términos ingleses a las ciencias duras) y las ciencias que son predominantemente cualitativas (o ciencias sociales, también conocidas como ciencias blandas en términos de la academia británica), donde la categoría de sistemas permite establecer y corroborar la posibilidad de encuentros epistémicos sin importar los enfoques metodológicos, como lo demostró von Bertalanffy en su ensayo *Teoría general de los sistemas*.

2.0 Metodología interdisciplinaria e isomorfismos teóricos

Actualmente, ya no es posible seguir investigando desde una óptica de manera determinante disciplinar, sin inevitablemente caer en una competencia de cientificidad con otras disciplinas, además de ver los fenómenos de una manera parcial y limitada. Por ende, ahora se habla de la colaboración (es decir, apoyo mutuo entre antiguos rivales para lograr un fin común) y la cooperación (soporte entre antiguos aliados con tal de alcanzar un objetivo común) entre distintos miembros de disímiles áreas disciplinares, lo que incluye el encuentro entre las y los representantes de las ciencias básicas y los estudios sociales; a fin de que formar equipos con números impares de miembros para la investigación de fenómenos concretos previamente observados o que han llamado el interés del grupo. Lo que lo hace el primer paso, para acoger la metodología interdisciplinaria.

Es importante destacar que la interdisciplinariedad no se limita a la mera colaboración o encuentro entre investigadores de distintas áreas del conocimiento, ya que, de ser así, no se diferenciaría de los enfoques multidisciplinarios o polidisciplinarios. Asimismo, la interdisciplina tampoco es un sinónimo que las y los investigadores reciban la educación formal universitaria de dos o más disciplinas. Sino que la interdisciplina, se caracterizará por la construcción de isomorfismos (de la etimología del latín: iso o mismo, morphos o forma) teóricos resultados de los marcos epistémicos -en términos de García (2013)- y/o de diálogos epistémicos comunes -en términos de Rivera (2021)-, los cuales, se caracterizarán por establecer un lenguaje común y universal (más allá de las matemáticas) entre los participantes del equipo de investigación. A manera de ejemplo: en Biología se habla de la evolución, en Física se refiere a la bifurcación y, en Sociología y Antropología se habla de cambio, y en los tres casos se refiere a una transformación de la situación original que da cuenta de avances o retrocesos en procesos que están inmersos en contextos determinados. Por lo tanto, la relación que se puede establecer entre evolución-cambio-bifurcación se vuelve una categoría común o un isomorfismo teórico. Siendo el segundo paso que debe realizar la metodología interdisciplinaria.

Por otra parte, los encuentros reflexivos, teóricos y epistémicos entre diferentes disciplinas, son algunas de las expresiones que acontecen tras el empleo de las ahora llamadas: teorías de la complejidad. Las cuales parten de la noción de complejidad (proviene de la etimología del latín complexus: entrelazado, entretejido, trenzado), caracterizadas por comprender que los fenómenos se deben observar y analizar de manera interrelacionada y sistémica, donde el más mínimo cambio en las condiciones o en alguno de los elementos y subsistemas que integran el fenómeno, provocarán

procesos de bifurcaciones continuas, cuyos desenlaces se vuelven altamente inciertos, imprevisibles (no-lineales), además de que aparecen expresiones continuas de autoorganización con tal de reajustarse a las nuevas condiciones del caótico entorno.

Tras esa vía, se deben subrayar dos detalles fundamentales: 1) No todo fenómeno es susceptible de ser considerado como un fenómeno complejo, ya que una primera normativa es que debe operar como un sistema que afecta y es afectado por el entorno. Donde cualquier mínima modificación en alguno de los elementos o componentes, afectará inevitablemente, además de cambiar las relaciones con los demás componentes y el contexto; situación que se mantendrá hasta que se “resuelva”, “estabilice” o autoorganice la situación anómala provocó el cambio. 2) Para el análisis y la explicación de los fenómenos complejos, será necesaria la construcción de puentes epistémicos (isomorfismos) a partir de las herramientas de análisis de contenidos que siempre están supeditadas al principio de complementariedad, además de que se requiere la incorporación de la metodología inter o transdisciplinaria, que a su vez recupera los enfoques de la investigación cualitativa, cuantitativa y mixta; que son propias del paradigma simplificador (o tradición positivista). Lo que da cuenta y evidencia, que las teorías de la complejidad no solo se complementan, sino que han tenido su origen epistémico y metodológico en ese mismo paradigma.

3.0 Generalidades sobre la termodinámica

La termodinámica proviene de la etimología griega compuesta *thermodynamics* (*thermos* = calor y *dinamis* = potencia o fuerza): Fuerza que es originada por el calor, o El calor como potencia para realizar un trabajo.

Fue a finales del siglo XVIII y en contextos de la revolución industrial, que se comenzó a considerar como una rama de la física mecánica, la cual centra su atención al estudio de la transformación del calor y sus variables (como son: la presión, el volumen, la temperatura, la energía interna y la entropía) en la producción de energía (sea potencial, cinética, química, eólica, etc.) en contextos macroscópicos y, que a su vez se convertiría en trabajo mecánico (w); lo que le permitió ubicarse como uno de los problemas de fenómenos físicos complejos y propios del análisis sistémico.

La termodinámica clásica (propia de la física mecánica), consta de cuatro leyes fundamentales. Las cuales se describen a continuación:

Ley Cero: Alude al equilibrio térmico que presentan todos los elementos o los sistemas con sus alrededores y el medio ambiente.

Primera ley: La energía nunca se destruye, sino que se transforma, distribuye, disipa, pero nunca se pierde por completo. Asimismo, la energía calorífica solamente se transmite de una fuente mayor a otra de menor temperatura.

Segunda ley: La realización de todo tipo de trabajo (w) consume una cantidad de energía que irreversiblemente se tiende a disipar y no se transforma en trabajo útil. Impidiendo que el sistema pueda regresar a un estado original o previo a la realización de la actividad. A esta ley, también se le conoce como <<la entropía>>.

Tercera ley: Existe una temperatura tan baja que es imposible de alcanzar, también conocida como <<el cero absoluto>> que es igual a -273.15 °C

Fue a mediados del siglo XX y tras la indagación de la segunda ley (propia de la entropía), que se descubrió la existencia tanto de los sistemas abiertos (o complejos), como de los sistemas cerrados, donde los primeros son termodinámicamente disipativos, por ende, requieren de un constante acceso y consumo de energía (elementos neguentrópicos), a fin de alejarse o retrasar su acceso a los estados de equilibrio (entropía cero) -como ya se mencionó anteriormente-.

Posteriormente se descubrió que todo fenómeno sistémico siempre está en constante desequilibrio (propio del principio caótico) y que el sistema siempre busca “ordenarse” o autoorganizarse frente a las nuevas condiciones –como ya se había comentado anteriormente-en ese proceso se realizan diversas y múltiples formas de trabajo (w), y por ende aparece la entropía. A este fenómeno, se le denominó <<el principio de las estructuras disipativas>>, el cual permitió afirmar dos postulados más: a) El caos y los procesos caóticos no tienen memoria, es decir pueden volver a acontecer o abrir la puerta a nuevas situaciones de desequilibrio sistémico; y b) El fenómeno del tiempo es irreversible y, con ello aparecen las secuelas de los procesos entrópicos que están direccionadas a los estados de equilibrio térmico, es decir la entropía cero.

A partir de los descubrimientos de la segunda ley de la termodinámica en contextos de finales del siglo XIX hasta mediados del XX, fue que se consideró que el estudio de esa ley en particular, podría ser considerada como una de las bisagras que abrió la puerta al análisis de los fenómenos del micromundo atómico. Siendo por ello, que se puede hablar de la termodinámica clásica (propia de la física mecánica) y de la termodinámica de los procesos irreversibles, que está en campos de la física cuántica. Más no se debe olvidar, que algunos de los aspectos teóricos de la segunda ley de la termodinámica sin directamente referir a ésta, se pueden encontrar entre líneas en la *Introducción general a la crítica de la economía política*, *Contribución a la crítica de la economía política* y en la obra de *El Capital* de Karl Marx.

4.0 Coqueteos entre las ciencias sociales y los fenómenos de la física mecánica y cuántica

Una de tantas riquezas que presenta la lectura del ensayo de la Teoría general de los sistemas de Bertalanffy, fue el mostrar las evidencias y reconocer que las categorías de sistema y la propuesta de modelo, son compartidas tanto por las ciencias básicas, como por las ciencias sociales. Lo que dio la oportunidad de comenzar a pensar en la posibilidad para la construcción de isomorfismos teóricos, pero también la “importación y exportación” epistémica y disciplinar de ideas, modelos, leyes y principios teóricos sea entre disciplinas afines o con otras áreas del conocimiento para las que no fueron pensadas, tal como lo sugiere la confrontación paradigmática kuhniana.

En ese sendero, la recuperación de la categoría de sistema y estructura particularmente en el seno de las ciencias sociales, permitió que gran parte de sus fenómenos y tópicos de investigación, se puedan incluir entre los llamados <<fenómenos complejos>> o

propios para el análisis desde la óptica de alguna de las perspectivas de las teorías de la complejidad. Tales como son los siguientes casos:

4.1 El átomo del parentesco levistraussiano

En el ensayo de Las estructuras elementales del parentesco y en Antropología estructural de Lévi-Strauss, este antropólogo francés realizó y explicó su modelo del <<átomo del parentesco>>, el cual se inspiró en la carga subatómica del átomo de Hidrógeno (H), donde a partir del principio teórico que dicta que las relaciones de alianza matrimonial parten de un agente que recibe cónyuge a razón de otro que se convierte en pariente, esperando reciprocidad en algún momento. Además de enfatizar que las relaciones matrimoniales no son entre los individuos, sino entre los grupos humanos que participan y le representan a cada uno de actores sociales, y a razón de que éstos a su vez nunca están completamente solos les permitirán gozar de relaciones cercanas, horizontales o afectivas (+), pero también sufrir los embates de las relaciones asimétricas, jerárquicas y tirantes (-) dentro del mismo seno de la familia nuclear (familiares por filiación y descendencia), pero también con la familia extensa (parientes por alianza o matrimonio y parentescos rituales). Donde el modelo del átomo del parentesco, refleja la importancia de las relaciones sociales, el peso que tiene el intercambio y la reciprocidad (en este caso de agentes), como un medio regulador del conflicto y lucha por intereses grupales entre los que figuran los recursos energéticos neguentrópicos disponibles o en posesión de otros sistemas políticos.

4.2 El demonio de Maxwell en los procesos educativos

Desde la óptica disciplinar de la sociología, oportunamente se recuperó el problema sobre la distribución de las rapidezces moleculares de gases, que es propia de la teoría cinética en la física molecular. La cual se puede explicar de la siguiente manera:

Las magnitudes de las velocidades de las moléculas individuales varían en un gran intervalo; hay una distribución característica de las rapidezces moleculares de un gas dado, la cual depende de su temperatura. Si todas las moléculas de un gas tuviesen la misma rapidez v , esta situación no persistiría durante mucho tiempo ya que la rapidez cambiaría por efecto de las colisiones. Sin embargo, no es de esperar que existan muchas moléculas cuya rapidez sea $\ll V_{\text{rcm}}$ (es decir, cercana a cero) o $\gg V_{\text{rcm}}$ porque dichas rapidezces extremas requerirían de una secuencia improbable de colisiones preferentes (Halliday-Resnick, 1992, p. 541)

Problema teórico que fue resuelto por Clerk Maxwell, al suponer que podría existir un ente, condición o situación, que apoyado en el incremento de la temperatura en un gas dado provocaría el aumento del número de colisiones moleculares, y por ende, habría posibilidades de poder separar las moléculas más veloces de las más lentas, y con ello evadir la segunda ley de la termodinámica, pues el fenómeno ya no tendería al desorden y a la pérdida energética (entropía) por las colisiones que se realicen. Popularmente a esta situación se le conoce como el *Demonio del Maxwell*.

Posteriormente se descubriría que la energía que se emplea para seleccionar y separar las moléculas, y con ello evitar las colisiones entre ellas; la acción misma de separarlas requiere de un trabajo (w), y al existir un trabajo hay un irreversible gasto de energía. Por ende, la segunda ley de la termodinámica sigue vigente y la propuesta teórica del Demonio de Maxwell no se puede seguir sosteniendo.

Pierre Bourdieu - Jean-Claude Passeron al ser conocedores de la teoría cinética de gases, pero sobre todo del modelo del Demonio de Maxwell, consideraron que a pesar de que los planes curriculares para la enseñanza sean homogéneos entre las instituciones públicas y privadas, también existen una serie de condiciones emergentes que posibilitan o reducen la capacidad de apropiación del conocimiento mediada por la enseñanza y la didáctica, tales como las huelgas y paros docentes, cursos de profesionalización para docente, efemérides institucionales, justificación de ausencia docente por práctica sindical y demás circunstancias que invitan y obligan a la pausa temporal del desarrollo normal de los cursos, pero también las políticas institucionales públicas que exigen la aprobación masiva de la mayoría de los estudiantes, y por ende la comodidad de éstos a manifestar poco esfuerzo en la apropiación del conocimiento. Sin mencionar, el esfuerzo económico que tendrán que hacer muchas de las familias de clase campesina, obrera y del sector de servicios para invitar a la profesionalización de su descendencia. ¡Eh ahí! que Bourdieu-Passeron, sostendrían: “El acceso a la enseñanza superior, que ha puesto para unos una serie ininterrumpida de milagros y esfuerzos, y la igualdad relativa entre sujetos seleccionados con un rigor muy desigual pueden disimular las desigualdades que lo fundan)” (2008, p. 40).

A razón de lo anterior, si en lugar de moléculas de gas se tuvieran individuos (agentes sociales-sin carga electrónica) que son expulsados por las instituciones educativas a los siguientes niveles y escalas académicas (como si se le incrementara la temperatura al gas), provocaría que los choques y las coaliciones de las moléculas (que podrían ser análogas a sortear o no eventualidades sociales y formativas) interfieren no solo en la dirección sino en el acceso al siguiente nivel académico. Asimismo, si pudiera imaginarse una serie de embudos con orillas pegajosas en el que son arrojados todos los individuos-moléculas-sin carga y cada uno de los orificios (vértices) estuvieran regido o mediado por el ente del Demonio de Laplace (ahora llamado exámenes de selección, cursos universitarios y tesis), la situación provocaría que solamente un determinado número de individuos-moléculas-sin cargas podrían acceder oportunamente en el proceso de selección que establecen las mismas instituciones de formación y demás universidades, además de que varios de los individuos-molécula-sin cargas probablemente y aun después de haber sido elegidos, no cuenten con los capitales económicos y culturales (conocimientos previos) que les permitan mantenerse, a pesar de la orientación pública o privada que tenga la institución que eligieron.

Modelo que perfectamente representa y explica por qué no todos los estudiantes que ingresan a las instituciones educativas logran concluir con sus estudios o simplemente no son candidatos a la educación universitaria y los estudios de posgrado.

4.3 El proceso administrativo y el diagrama espina de pescado

En lo que concierne al proceso administrativo, fue durante la década de los 60's que se reconoció en el ámbito internacional a la escuela de la calidad japonesa y todos sus representantes, entre los que se encuentra Kaoru Ishikawa, autor intelectual del *modelo Ishikawa* o espina de pescado. El cual está inspirado en el esqueleto de un pescado, en donde cada una de las espinas y demás vértebras, serán la confluencia de los agentes, las instituciones, las condiciones y demás elementos que dieron o determinaron un resultado –generalmente negativo- de un proceso en específico (la cabeza). De ahí que el modelo Ishikawa, debe ser considerado como un sistema lineal (causa-efecto-consecuencia) altamente determinista (por ser la revisión de un resultado previamente dado u obtenido), pero que es analizado de manera retrospectiva y no predictiva, a fin de ayudar a comprender la mayor parte de las razones, la suma de las relaciones, la confluencias e interacciones (dialogia) entre los elementos sistémicos que acontecieron en el evento general, así como las condiciones y las circunstancias que dieron por resultado una falla en un proceso que teóricamente era correcto. Con la intención de no volver a cometer el mismo error o en lo posible reducir la interacción de los elementos que se han identificado como causantes del desastre obtenido.

Siendo la propuesta de un modelo que actualmente sigue siendo utilizado por los estudiosos y demás representantes de las áreas de la administración y la economía, en específico por los procesos de administración por objetivos (APO), ya que a pesar de ser un modelo propio de un sistema lineal y determinista (análogo al demonio de Laplace, pero en sentido inverso), ha logrado generar experiencias que han provocado ahorros en la inversión de recursos escasos y no renovables.

4.4 Drama crítico autoorganizado en masas sociales

Los fenómenos de las avalanchas de nieve, arena, rocas y todas las anteriores, también son conocidos como fenómenos de <<estados críticos>> desde la teoría de la física mecánica. Y fue a partir de este fenómeno que en el ensayo *Modelo catalizador no-lineal sobre conflictos sociales de escalada*, tuve la oportunidad de establecer la analogía entre avalanchas con el surgimiento y actuar de masas y movimientos sociales de escalada. A saber, que las sociedades (las cuales se deben observar y analizar como sistemas complejos y termodinámicamente disipativos), siempre están sorteando situaciones caóticas en relación al acceso, la distribución y el control de los recursos escasos disponibles, de ahí que se sostiene que existen pocos recursos energéticos, y muchos interesados en poder controlarlos y administrarlos.

En ese sentido, la sociedad en su conjunto se vale de los llamados catalizadores culturales (como es la recuperación de mitos, rituales permiten restaurar el poder, carnavales y celebraciones de inversión) y de los catalizadores institucionales, entre los que se incluyen: la revalorización de los capitales sociales, una gama de acciones legales e ilegales (incluyendo la desaparición forzada), el uso de la fuerza pública y del Estado, la manipulación social supeditada a los medios masivos de comunicación, así como otras instituciones para la represión y el control social (escuelas, asociaciones religiosas, hospitales psiquiátricos, cárceles, etc.). Donde los catalizadores culturales e institucionales tendrán por objetivo reducir los impactos y efectos de los reclamos

sociales, a fin de que el gobierno o el Estado se autoorganice, y con ello resuelva el drama social que acontecía o que fue la causa de la activación de dichos catalizadores.

Sin embargo, si existieran uno o varios dramas sociales que superen a los catalizadores culturales e institucionales, podría volverse el semillero de nuevos conflictos, permitiría el ascenso a nuevos líderes, podría generar más movimientos sociales, así como desencadenar cada vez más eventos a manos de las masas sociales, que a su vez podría crear cada vez más y nuevos dramas sociales. A este fenómeno de escala social no-lineal, caracterizado por la emergencia, la confluencia y existencia de múltiples conflictos, dramas sociales, movimientos y actos de masas sociales, se le llamará: drama crítico autoorganizado. El cual ha estado presente en la historia universal de la humanidad, sobre todo manifiesto en la confluencia de movimientos y masas sociales que desembocaron en las máximas expresiones revolucionarias: la francesa, la rusa, la china, la cubana, la mexicana, etc.

Pues se debe considerar, que el cisma que provoca un drama social o la confluencia de varios de estos, tiende a ser suficiente para cuestionar, impugnar y modificar de manera irreversible el anterior orden socialmente establecido, generando cambios culturales no siempre positivos o benéficos para los grupos que estén ahora en el poder o supeditados al mismo. Lo que lleva al establecimiento de un nuevo orden social que no está ajeno al desarrollo de nuevos conflictos, dramas sociales, nacimiento de movimientos sociales y futuras acciones de masas sociales. Por ende, cuando un conflicto se convierte en drama social, particularmente un drama crítico autoorganizado, la disputa por el poder político, económico, social, se caracterizará por el derrocamiento y aniquilación del recuerdo del anterior régimen político. E inmediatamente después, los líderes de movimientos y demás organizaciones contendrán entre ellos, formarán alianzas políticas, buscarán aniquilar la oposición e incluso establecerán alianzas con organizaciones provenientes de países extranjeros, a fin de obtener una parte del poder social, económico y político resultado del cambio que ha acontecido de manera irreversible y que busca establecer las nuevas condiciones del orden social.

4.5 Expresión del fenómeno de la termodinámica en las ciencias sociales

Los sistemas complejos se caracterizan por ser termodinámicamente disipativos, y por lo tanto requieren de constantes consumos de energía, a fin de tratar de negar o retrasar su arribo a los estados de equilibrio térmico (entropía cero = muerte entre los organismos). Por lo cual, tanto las formas de organización sociales humanas, como las no-humanas (en estas se incluyen las colmenas de abejas, avispa; bancos de peces; manadas de lobos, monos; parvadas; colonias de hormigas y de termitas, entre otras), requieren pasar por encima de otras formas de organización y otros sistemas, a fin de apropiarse, controlar y administrar los recursos escasos neguentrópicos que les permita su supervivencia y de ser posible su reproducción, como ya se había mencionado anteriormente.

Las formas de organización social humanas, lo que incluye: a las empresas, las instituciones del Estado, los organismos nacionales e internacionales y los países; al ser sistemas complejos, también requieren pasar por encima de otros sistemas a fin de hacerse de recursos ajenos. Entre los sistemas que recurrente están en la mira para

intervenir, se incluyen todas las expresiones del medio ambiente y los ecosistemas, otras especies animales y otras formas de organizaciones humanas. De ahí, que generalmente las potencias mundiales mediadas por los organismos internacionales, se valen de transmitir y difundir mensajes y “supuestas evidencias” a fin de justificar una posible y pronta invasión militar en países en vías de desarrollo; encubriendo la verdadera intención de poder apropiarse de los recursos escasos que anteriormente pertenecían a esos países, y que ahora deben compartir o ceder al sistema vencedor (países del primer mundo y sus organizaciones) -como ya se había comentado-.

Otro de los fenómenos sociales en donde está en juego la apropiación y control de los recursos escasos, son los procesos políticos y los cambios de gobierno que acontecen en los ejercicios electorales. Asimismo, los recursos escasos como el agua y el acceso a los alimentos, también se han utilizado como armas para lograr presiones políticas y cambios de regímenes.

En fin, casi todas las temáticas que involucren el ejercicio del poder podrían ser observadas desde el acceso y control de los recursos neguentrónicos, pero también –como anteriormente se demostró-: la extrapolación isomórfica que se puede establecer entre las ciencias sociales y la física mecánica y cuántica, permitió la incorporación del principio del Demonio de Maxwell en comparación al ingreso-egreso de partículas estudiantes, pues se debe reconocer que las instituciones educativas a todos los niveles son sistemas abiertos; también se ahondó la analogía que existe entre las partículas que integran una avalancha de nieve con los movimientos sociales de escala; seguido por la analogía teórica del átomo de Hidrogeno como base del <<átomo del parentesco>>; y finalmente, se debe recordar que desde la óptica de los procesos administrativos, las empresas se consideran sistemas abiertos muy parecidos a los sistemas orgánicos, de los cuales se espera que se “reproduzcan” ofreciendo cada vez más productos y servicios que acaparen un mayor número de clientes.

CONCLUSIÓN

A manera de cierre de este ensayo, me atrevo a prevenir a todas aquellas y aquellos investigadores que se han interesado en el estudio e implementación de alguno de los enfoques de las teorías de la complejidad, recordándoles los siguientes postulados: a) No todo fenómeno es susceptible de poder ser analizado desde las posturas de esas teorías, es decir, no todo fenómeno es un fenómeno complejo; b) El adecuado análisis de un fenómeno complejo, requiere establecer un diálogo horizontal, no jerárquico y abierto entre representantes de diferentes disciplinas, siempre supeditándose en alguna o varias de las herramientas de análisis de contenidos, que permitan a su vez la consolidación de isomorfismos teóricos, pero además, se deben acoger las metodologías inter y transdisciplinaria para el efecto del ejercicio reflexivo; c) No se debe olvidar, que los autores de las disciplinas, pero también de las diferentes teorías de la complejidad, pueden y tienen diferencias epistémicas entre ellos y al interior de cada una de sus corrientes de pensamiento, pues de lo contrario no habría razón de ser de las revoluciones científicas.

Asimismo, se debe reconocer que somos humanos (lo que te incluye a ti lector y a tu servidor), y por lo tanto podemos equivocarnos en nuestras apreciaciones y

propuestas, pero reitero la importancia de la lucha paradigmática que ha caracterizado a las revoluciones científicas de las cuales debemos participar, a fin de acrecentar la herencia de la humanidad: la ciencia.

Finalmente, esta reflexión teórica que buscó presentar algunos de los vínculos entre la física mecánica (desde la termodinámica) con las ciencias sociales (desde las disciplinas de la sociología, la antropología y la administración) podría servir como una invitación a explorar nuevas rutas y senderos en territorios en donde no existen mapas, veredas y atajos, pero todo se comienza con un primer paso (el interés por la búsqueda de la construcción de isomorfismos).

Bibliografía

Bourdieu, P. y Passeron J-C. (2012). *Los herederos. Los estudiantes y la cultura*. Siglo XXI.

Descartes, R. (1996). *Discurso del método*. Porrúa.

Descartes, R. (1996). *Reglas para la dirección del espíritu*. Porrúa.

Engels, F. (2006). *Ludwig Feuerbach y el fin de la filosofía clásica alemana*. Fundación Federico Engels.

García, R. (2013). *Sistemas complejos. Conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Gedisa.

Halliday, D. y Resnick, R. (1992). *Física. Parte 1*. Compañía Editorial Continental.

Koyré, A. (1980). *Estudios galileanos*. Siglo XXI.

Kuhn, T. S. (1978). *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica.

Marx, K. (2022). *El capital*. Tomo I Libro primero. Siglo XXI.

Marx, K. (2021). *Introducción general a la crítica de la economía política*. Siglo XXI.

Marx, K. (2021b). *Contribución a la crítica de la economía política*. Siglo XXI.

Platón. (1973). Cratilo. En *Diálogos*. Porrúa.

Platón. (1973). Timeo. En *Diálogos*. Porrúa.

Rivera Pérez, R. (2024). Riesgos por el acceso ilimitado de la información en la actualidad. Análisis desde la complejidad. En I., Ramírez, M., Flores Barrón, V., Cuadros, N., Gantier, B. Méndez Roca y M., Poveda (Coords). *Reflexiones universitarias en el arte de educar: Diálogos, convergencias y divergencias*. Asociación Científica de Doctores de Charcas.

Rivera Pérez, R. (2022) *Modelo catalizador no-lineal sobre conflictos sociales de escalada*. 593 Digital Publisher-Escuela Militar de Ingeniería.

Rivera Pérez, R. (2021). Una apuesta más para el reencuentro disciplinar: Diálogos epistémicos comunes. En M. V., Nava Avilés, A., Medina Rivilla y E., Bocciolesi, (Coords). *Enfoques y construcciones de la investigación educativa en estudios de Posgrado*. Escuela Normal Superior.

Rivera Pérez, R. y Andrade Salazar, J. A. Coords. (2019) *Reflexiones sobre investigación integrativa. Una perspectiva inter y transdisciplinar*. CLACSO-MMREM-KAVILIEANDO.