

Controversia irresuelta en la teoría de sistemas

Unsolved controversy in the theory of systems

Homero Patricio Cabrera Tenecela¹

pcabrera.aia@gmail.com

Resumen

El presente análisis pone sobre el tapete la controversia entre la vertiente lineal y la no lineal del pensamiento sistémico emergentista, destacándose la radical discrepancia entre Edgar Morin y Mario Bunge. Mientras el uno se decanta por una propuesta sostenida en lo que denominan “lógica no lineal”, el otro adopta la lógica iniciada por Aristóteles como la más apropiada para el pensamiento sistémico. Dos tesis epistemológicas que difícilmente avizoran un punto de convergencia, especialmente en lo que respecta la modelación de datos, actividad cotidiana del científico social. Por un lado, se hace hincapié en señalar que la modelación no lineal tiene una flexibilidad capaz de generar modelos válidos que responden a la complejidad, desde una óptica fundamentalmente cualitativa; y, por el contrario, se juzga como una debilidad abusar de la modelación no lineal considerando que la mayoría de hechos se consideran lineales e idóneos para la cuantificación.

Palabras clave

Pensamiento complejo, lógica no lineal, pensamiento sistémico.

Summary

This analysis brings to the fore the controversy between the linear and nonlinear aspect of systemic thinking, highlighting the radical discrepancy between Edgar Morin and Mario Bunge. While one opts for a sustained approach in what they call “nonlinear logic”, the other takes the logic initiated by Aristotle as the most appropriate for systemic thinking. Two epistemological thesis that hardly envision a point of convergence, especially regarding data modeling, daily activity of social scientist. On the one hand, it emphasizes noted that the nonlinear modeling has a flexibility capable of generating valid models that match the complexity, from a fundamentally qualitative point; and, on the contrary, it is judged as a weakness abuse nonlinear modeling considering that most facts are linear and suitable for quantification.

Keywords

Linear logic, nonlinear logic, systems thinking.

Forma sugerida de citar: Cabrera Tenecela, Homero Patricio (2017). Controversia irresuelta en la teoría de sistemas. *Universitas*, XV (26), pp. 221-234.

1 Investigador de AiA de Cabrera y Andrade Cía. Ltda. orcid.org/0000-0002-1741-8804

I

El pensamiento sistémico encierra una *discrepancia* latente entre dos tendencias epistemológicas de la actualidad. Esta *controversia* por un lado hunde sus raíces en la abstracción lógica y matemática, y por otro se intenta salir de dicha abstracción por considerarla insuficiente para modelar sistemas (Maldonado, 1999, pp. 9-27). La modelación, por un lado, generaliza el uso de una la lógica *no lineal* (Arnold y Osorio, 1998) mientras que, por otro, se hace lo mismo pero con la lógica como ciencia formal (Bunge, 2012). El presente trabajo intenta abrir un debate aparentemente resuelto, a la hora de conocer, explicar y transformar la realidad mediante el uso del *modelado de datos* conocido como “el mecanismo para representar y manipular información de manera general y sistemática” (Fernando Berzal, 2008, p. 4).

El debate no es nuevo, se lo remonta hasta el origen de la investigación cualitativa y su ruptura metodológica con la investigación cuantitativa. No obstante, las dos tendencias, al reconocerse como sistémicas, adoptan como origen de sus propuestas al enfoque unificado en la teoría general de sistemas² publicada por Bertalanffy en el año 1950. Es así que, el presente estudio tiene por objeto analizar las implicaciones metodológicas del fraccionamiento de la lógica en el pensamiento sistémico.

II

La denominada Revolución Científica ocurrida entre los siglos XVI y XVII en disciplinas concreta como la astronomía, biología, física, medicina y la química cimentó al método científico al punto de creer que todos los objetos del mundo podían ser aislados completamente de los otros para comprender sus causas últimas, de este modo, poder explicarlos y predecirlos. Desde luego, la única lógica, como ciencia formal, era la *lógica* aristotélica con las pocas revisiones realizadas por sus continuadores, la cual, permitió que los científicos analizaran la relación causa-efecto, realizando importantes avances de contrastación empírica para las ciencias anteriormente señaladas, así como otras como las ciencias sociales que aparecieron desde

2 *Teoría general de sistemas* también conocida como *sistémica* es aquella que “utiliza el método científico con múltiples aspectos y niveles, tales como los ecosistemas, debe adoptar distintos puntos de vista respecto de los niveles diferentes se interesa por la construcción de modelos extremadamente generales” (Bunge, 2012).

entonces. La lógica de la Revolución Científica sienta sus bases sobre el axioma de identidad (A es A), el axioma de la no contradicción (A no es no-A) y el axioma del tercio excluido (No existe un tercer término que sea A y no-A). De esta manera, se acepta en física por ejemplo que la causa precede al efecto, en ciencias sociales, que existen aspectos causales cuantificables para establecer inferencias estadísticas, etc. Los presupuestos aristotélicos prevalecieron hasta finales del siglo XIX con dando lugar a una lógica más avanzada denominada lógica de predicados.

No obstante, fue hacia principios del siglo XX, que investigaciones en el campo electromagnético llegaron a formular algo totalmente inesperado y que al parecer contradice los principios aristotélicos: el *principio de incertidumbre*. Esta teoría “renunció al principio de causalidad estricto” (Otero Carvajal, 1993, p. 31). El comportamiento de las partículas a veces como ondas puso en tela de juicio el funcionamiento de la *lógica* en el microcosmos. Al parecer, ahí reinaba el caos, por lo tanto, no había manera de formular la relación causa-efecto. Así, la pretensión de alcanzar la determinación absoluta en el universo, empezó a trastabillar pues en el microcosmos existía un aspecto inexplorado por el principio de causalidad. En tal virtud, había que explicar este fenómeno desde una óptica no causal, ello dio mayor impulso a las ecuaciones y funciones no lineales, y, además, a la idea de la existencia de una *lógica no lineal* dentro del campo de la física.

No obstante, como era de esperarse, surgió desconfianza en el método científico determinista y causal. Otero (1993) ha argumentado que el principio de incertidumbre ha desterrado a la modernidad en razón de que:

La representación determinista característica de la racionalidad de la civilización occidental en la época moderna, que se articulaba en tres grandes postulados, espacio y tiempo absolutos y principio de causalidad estricto, tiene que ser reemplazada por una nueva racionalidad. Una nueva racionalidad que desde el paradigma de la complejidad sea capaz de integrar de forma coherente y consistente azar y necesidad (p. 31).

A pesar de que Thomas Kuhn (2010), fundador de la teoría de los *paradigmas científicos*³ opinara que un cambio de paradigma suele ser adverti-

3 “Considero a los paradigmas como realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica” (Kuhn, T., 2010).

do únicamente por un grupo de científicos especializados, es evidente que el problema de la microfísica se ha extrapolado hasta las ciencias sociales. Edgar Morin (1999), uno de los iniciadores de la teoría del *pensamiento complejo*⁴, afirma que el principio de incertidumbre no sólo ha aparecido en las ciencias físicas sino también en las ciencias históricas. “Si la modernidad se define como fe incondicional en el progreso, en la técnica, en la ciencia, en el desarrollo económico –escribe Morin–, entonces esta modernidad está muerta” (1999, p. 34).

Dentro de este enfoque, Clara Pérez (2013) advierte que lo ocurrido en el campo específico de la microfísica en sí mismo no constituye un paradigma sino una representación de algo más grande denominado teoría de la complejidad, la complejidad es el nuevo paradigma. En él los modelos sistémicos rebasarían a los tradicionalmente utilizados por el principio de causalidad. Entonces habría aparecido una nueva epistemología capaz de una mejor comprensión social, educativa, política, económica, ambiental, etc. En esta misma línea, Manfred Max Neef (2004), sostiene que la Mecánica Cuántica habría sido el detonante del surgimiento del *paradigma de la complejidad* haciendo un lugar para una lógica contraria a la aristotélica.

La evidencia de que coexisten los mundos cuánticos y macrofísico ha provocado, por así decirlo, la rebelión de los que tradicionalmente se consideraban pares contradictorios mutuamente excluyentes (A y no-A), tales como onda/partícula, continuidad/discontinuidad, causalidad local/causalidad global, etc. Tales pares son ciertamente contradictorios si son analizados a través de la lógica clásica que reconoce sólo un nivel de la Realidad (Max-Neef, 2004, p. 14).

Max Neef plantea la existencia de una lógica a la que denomina “no lineal”. A podría ser A y no A, simultáneamente, como sucede en el comportamiento de la *honda y partícula*. Pese a proclamar la existencia de esta nueva lógica, se desconocen teorizaciones al respecto, al parecer, todo se resume en: el microcosmos tiene comportamientos inciertos, el macrocosmos está compuesto por microcosmos, luego, el macrocosmos tiene comportamientos inciertos. Con base en las mismas premisas, se puede llegar a la conclusión de que lo social tiene comportamientos inciertos.

4 Al pensamiento complejo, en el contexto del presente ensayo, conviene identificarlo como integrador de disciplinas. “La ambición del pensamiento complejo es rendir cuenta de las articulaciones entre dominios disciplinarios quebrados por el pensamiento disgregador” (Morin, E., y Pakman, M., 1994).

En base a lo señalado, se sugiere que la modelación sistémica de información en ciencias sociales adopte a la incertidumbre como suya y tenga en consideración aspectos principalmente cualitativos. “En el estudio del comportamiento de sistemas en muchas ocasiones interesa más el aspecto cualitativo de este comportamiento que el estrictamente cuantitativo” (Aracil y Gordillo, 1997, p. 32). Se plantea que en el estudio de lo social el pensamiento complejo “no comprende solamente cantidades de unidades e interacciones que desafían nuestras posibilidades de cálculo; comprende también incertidumbres, indeterminaciones, fenómenos aleatorios” (Morin & Pakman, 1994, p. 7). El pensamiento sistémico emergentista, desde la perspectiva de Edgar Morin, ha desterrado la idea de la ciencia bajo una perspectiva lineal, determinista o causal, pues “los sabe insuficientes, sabe que no podemos programar el descubrimiento, el conocimiento, ni la acción” (1994, p. 16). Esta escuela, deja ver su falta de confianza en la modelación de información con formalismos metodológicos, de hecho, no se fía de ellos. “No existen modelos fiables; todo depende del ambiente en el que estamos inmersos y de los cambios organizacionales y estructurales que debemos realizar para dar respuestas a las turbulencias del medio” (Hodges, Anthony y Gales en Cañellas, 2003, p. 14).

Según Morin (1999), la realidad comporta misterios imposibles de abordarlos racionalmente, por ello demanda el diálogo con lo irracional. En esta línea Leyva Rodríguez aporta lo suyo: “la verdadera racionalidad debe conocer los límites de la lógica, del determinismo; negociar con lo irracional; luchar contra la racionalización” (Leyva Rodríguez, 2009, p. 10). Los presupuestos lógicos tradicionales le impiden cumplir con los propósitos de la verdadera racionalidad, entonces se abre la posibilidad de una lógica no lineal, una que, como dice Maldonado, dé lugar a la comprensión de sistemas complejos⁵ (Maldonado, 1999).

5 A propósito, el concepto de sistema no debe limitarse a realizar cualquier descripción del mundo en las que un conjunto de hechos u objetos estén aparentemente ordenados o son simples siendo susceptibles de explicarlos desde una sola disciplina, sino que pueden ser sistemas complejos en los que se representa a “la realidad, como una totalidad organizada (de ahí la denominación de sistema), en la cual los elementos no son “separables” y, por tanto, no pueden ser estudiados aisladamente” (García, 2006, p. 21), además es necesario señalar que “ningún sistema está dado en el punto de partida de la investigación. El sistema no está definido, pero es definible. Una definición adecuada sólo puede surgir en el transcurso de la propia investigación y para cada caso particular” (2006, p. 39).

Se alude a la lógica no lineal con tanta naturalidad (Morin y Max Neef) como si se tratase de una gran teoría dentro del pensamiento complejo, aunque sus presupuestos se reduzcan a la inferencia anteriormente construida. En cualquier caso, la teorización de la lógica no lineal es teorización pendiente.

III

En contraparte a todo lo señalado por la escuela del *pensamiento complejo*, la lógica aristotélica vista como un sistema de reglas corregido y mejorado, para los científicistas sigue su curso, a pesar del comportamiento caótico de las hondas a veces como partículas. Prefiere estudiar racionalmente a lo irracional en lugar de formular un diálogo imposible. El método utilizado por los sistemistas de la corriente científicista, da por sentado a la lógica como ciencia formal. De esta manera, bajo el principio de no contradicción, describe, relaciona y explica hechos sociales empleando modelos matemáticos *lineales* y, en rara ocasión, *no lineales*. Para Mario Bunge, la ciencia todavía prefiere la lógica aristotélica y su devenir como lógica de proposiciones, de predicados y otras lógicas denominadas modales. Él reconoce las limitaciones de la relación causa-efecto, pero consideran que es el camino más apropiado para sostener al método científico. “El principio causal no es ni una panacea ni un mito: es una hipótesis general subsumida en el principio universal de determinación y que tiene una validez aproximada en su propio dominio” (Bunge, 1997, p. 491). Es decir, se acepta que el mundo es complejo, no obstante, se dice de él que es algo determinado, por lo tanto, su explicación obedece a una perspectiva fundamentalmente *lineal*.

Desde esta óptica, la ciencia misma sería un sistema interconectado con procesos de acumulación y autocorrección críticos, pero no de rupturas de orden paradigmático (Bunge, 2012). Este autor busca aplicar el método científico de manera objetiva en todos los ámbitos de la investigación para disponer de conocimientos que se puedan generalizar, no tolera la posibilidad de que el mundo sea una apariencia de la realidad, sino que es la realidad misma. En este enfoque Hempel (1987), entiende a la ciencia de manera parecida a la sistémica, pues ve en ella la sistematización de explicaciones realizadas por una comunidad de investigadores que tejen una red de conocimientos mientras compiten y cooperan.

La sistematización científica requiere el conocimiento de diversas conexiones, mediante leyes o principios teóricos, entre diferentes aspectos del mundo empírico, que se caracterizan mediante conceptos científicos. Así, los conceptos de la ciencia son nudos en una red de interrelaciones sistemáticas en la que las leyes y los principios teóricos constituyen los hilos. Cuantos más hilos converjan o partan de un nudo conceptual, tanto más importante será su papel sistematizado o su alcance sistemático (Hempel, 1987, p. 138).

Sin embargo, a diferencia de los teóricos de la complejidad su visión en ciencias sociales se decanta por el cientificismo.

Dentro de este enfoque, se desconoce a la lógica no lineal a pesar de que han definido a las ecuaciones no lineales como aquellas que tienen efectos no proporcionales a la causa para explicar aspectos específicos del mundo (Bunge, 2006). Sin embargo, los matemáticos consideran que estas ecuaciones solo en rara ocasión pueden ser contrastadas con la realidad pues “están lejos de ser las portadoras de la causación eficiente” (Bunge, 2005, p. 20), además se afirma que “una relación causal lineal es aquella en la que el tamaño del efecto se corresponde con el de la causa. En una relación causal no lineal el tamaño del efecto supera muchas veces más el de la causa” (Bunge, 2005, p. 20). Se insiste, por lo tanto, que el campo del comportamiento no lineal se circunscribe a aspectos específicos de la realidad, no del mundo conocido a nivel general que obedece al principio de determinación. El comportamiento no lineal es algo excepcional en la naturaleza pues la mayor parte del mundo responde a una dinámica lineal, “no debemos pensar que toda irregularidad aparente oculta una dinámica caótica” (Bunge, 2006, p. 17). De este modo, varios hechos (objetos de estudio en ciencias sociales) en un principio no paramétricos, a fuerza de investigar y debatir, podrían alcanzar dinámicas lineales, paramétricas.

Abusar de ecuaciones o funciones no lineales en los procesos de modelación, podrían generar propuestas especulativas. Por lo que, se sugiere formular una o más ecuaciones que deben someterse a la prueba empírica antes de aventurarse a realizar modelos no lineales de toda la realidad.

IV

Entre las dos tendencias anteriormente descritas (por un lado, la de Edgar Morin y por otro la de Mario Bunge) existe un punto de coincidencia: ambas

reconocen que el mundo es un gran sistema que está compuesto de subsistemas que pueden ser modelados por los científicos. No obstante, las divergencias ponen sobre el tapete rupturas entre sistemistas. Según Morin (1999):

Hasta mediados del siglo XX, la mayoría de las ciencias obedecían al principio de reducción que disminuye el conocimiento de un todo al conocimiento de sus partes, como si la organización de un todo no produjese cualidades o propiedades nuevas con relación a las partes consideradas aisladamente (p. 18).

Sin embargo, por parte de Mario Bunge (2012) las ciencias siempre han estudiado “sistemas de alguna clase” por lo que “el universo es un sistema de sistemas coherente, o integrado, diverso, mudable y regular” (p. 77). Nótese que mientras Morin (1999) condena a la ciencia por haber sido determinista, Bunge (2012) exalta el hecho de que la ciencia es un sistema que estudia un mundo complejo, pero fundamentalmente coherente y regular.

Lo cierto es que las dos corrientes se ocupan de estudiar sistemas sociales y modelarlos. Es de esperarse que el uno recurra a modelos cualitativos y el otro a modelos cuantitativos.

V

A partir de la dicotomía identificada entre las dos corrientes sistemistas, es menester revisar algunas implicaciones metodológicas al momento de modelar información.

La dinámica de sistemas⁶ aceptada como la mejor forma de modelar datos por el pensamiento complejo, ha esbozado un conjunto de procedimientos y técnicas que involucran varios pasos dentro del campo de la modelización:

- a) observación del comportamiento de un sistema real, b) identificación de los componentes y procesos fundamentales del mismo, c) identificación de las estructuras de retroalimentación que permiten explicar su comportamiento, d) construcción de un modelo formalizado sobre la base de la cuantifi-

6 La dinámica de sistemas consiste en “modelado que hace uso principalmente de la metáfora del sistema realimentado y de la noción de retardos en el tiempo para dar cuenta del comportamiento dinámico de fenómenos diversos que pueden ser descritos como si fueran sistemas” (Pineda Ballesteros, E. Landazábal, D. P., 2010, pp. 95-104).

cación de los atributos y sus relaciones, e) introducción del modelo en un computador y f) trabajo del modelo como modelo de simulación (Forrester, citado en Arnold y Osorio, 1998, p. 48).

Aquellos que promueven a dinámica de sistemas para realizar modelos de los fenómenos del mundo consideran que todo sistema puede ser modelado, no obstante, ¿bajo qué lógica lo hacen?

Al igual que el pensamiento complejo, la dinámica de sistemas se decanta por la lógica no lineal. Ello hace que los modelares prefieran aspectos subjetivos pues consideran que las ideas mentales del investigador “son supuestos hondamente arraigados, generalizaciones e imágenes que influyen sobre nuestro modo de comprender el mundo y actuar” (Pineda Ballesteros y Landazábal, 2010, p. 98). Es decir, la realidad se ve representada mediante modelos que integran la percepción de quien modela, por lo tanto, se apresuran en generar modelos fundamentalmente cualitativos, en los que, los comportamientos no son expresables con ecuaciones e hipótesis argumentando la complejidad y la no predictibilidad de los hechos sociales.

En contraparte, el método científico tradicional, recurre a la matemática de probabilidades, particularmente a la estadística lineal. Un modelo estadístico, por ejemplo, recurre a datos empíricos para disponer de una matriz y luego proceder a generar un modelo entre aquellas variables que muestren mayor asociación causal, en base a la probabilidad matemática lineal. Sin embargo parece ser que quienes defienden la dinámica de sistemas a ultranza recurren de inmediato a modelos no lineales con la información a su disposición, ello sólo se justifica en la maleabilidad y la fácil manipulación de las variables a fin de conseguir un modelo a gusto del modelador, lo cual podría tornar en indicios de subjetividad, como se verá de forma implícita en algunos ensayistas de la dinámica de sistemas respecto de la generación de modelos con el uso de matemática no lineal.

Según Martín García (2006), la dinámica de sistemas no puede basarse en una simple linealidad causa-efecto porque los *feedbacks* negativos o positivos que están presentes obligan a una percepción diferente de la realidad, por un lado. Por otro, Martín García considera que la no linealidad permite afianzar conceptos tales como el caos determinista. Esta falta de control sobre las variables es la razón más importante por la que prefieren los modelos no lineales, ello:

Hace ser a las personas más prudentes y humildes, porque comprenden que la incertidumbre es una constante del mundo actual, y que sólo pueden afrontar los problemas con la colaboración de otras personas. Saben que el éxito en la resolución de los problemas depende más de lograr la colaboración y complicidad de otras personas que del propio esfuerzo (Martín García, 2006, p. 5).

De este modo, la dinámica de sistemas, sin embargo, resalta las características de la experiencia, la intuición y la inspiración (Aracil y Gordillo, 1997) que debe tener un modelador. A veces también recurren a otros autores para decir que “no podemos escapar a la forma, aunque podemos verla de la manera que nos plazca” (Luhmann, 1990, citado en Mascareño, 2006, p. 129), o para señalar de una vez que existen aspectos no cuantificables como la “motivación, la política de objetivos de la empresa o el nivel de formación de los empleados” (Martín García, 2006, p. 5). En definitiva, según ellos, son aspectos particulares no susceptibles al análisis cuantitativo.

Forrester (2000) en su célebre *Modelo mundial*, señala que ha incorporado muchas relaciones no lineales. Una de las justificaciones más importantes es que “en los sistemas dinámicos complejos, las causas a menudo no tienen relación, en tiempo y espacio, con los síntomas” (p. 13). Es decir, hay que considerar el análisis de causas generalmente como fortuitas pues tienen relación atemporal, por ello, “el sistema complejo puede ser confuso al presentar una causa aparente que reúne las expectativas derivadas de los sistemas simples” (Forrester, 2000, p. 13). Al parecer, lo complejo tiene una explicación con indicios subjetivos que están presentes en afirmaciones como ésta: “El sistema mundial aquí presentado muestra posibilidades provocativas y hasta aterradoras” (Forrester, 2000, p. 18) al referirse a aspectos fundamentales de su propuesta como son las interrelaciones de la población, la inversión de capital, los recursos naturales, la contaminación y la agricultura.

Aracil y Gordillo (1997), realizaron una introducción sobre los sistemas dinámicos y fueron muy enfáticos al señalar que reconocen el amplio y nutrido bagaje de conocimientos matemáticos para modelar la realidad. Sin embargo, señalan que la matemática es interesante:

Si se considera que los modelos de dinámica de sistemas son normalmente sistemas fuertemente no lineales, por lo que pueden presentar formas de comportamiento muy complejo, para cuyo análisis los recientes resultados

de la teoría matemática de sistemas dinámicos no lineales resultan de un gran interés (Aracil y Gordillo, 1997, p. 56).

De hecho, ellos mismos formulan varias ecuaciones recurriendo a modelos no lineales. Forrester (2000), en lugar de acudir a nomenclatura matemática lineal para modelar su sistema, recurre a rectángulos, círculos, nubes, etc. que son de su propia invención para hacer hincapié en la relación no causal existente en algunos componentes de un sistema.

VI

Cuando la dinámica de sistemas se pone en manos de modeladores concretos es cuando se vuelve evidente la discrepancia metodológica de Morin frente y Bunge. Por ejemplo, al analizar la acoso escolar en Colombia desde la perspectiva del pensamiento complejo se advierte que autores de esta tendencia emplean la dinámica de sistemas como técnica para modelizar lo que consideran un “entorno social complejo” productor de emergencia, planteando como resultado un diagrama cualitativo en el cual converge la sociedad en general compuesta por docentes, acosador, directivos, recreo, víctimas, administrativos, espectadores y estado, todos ellos retroalimentando al acoso escolar, pero sin indicar el nivel en el que se asocian estos elementos, concluyendo que “el acoso es producto de la cultura violenta heredada de las generaciones anteriores” (Duque y Rivera, 2016). Por el contrario, cuando el mismo evento es sometido al análisis determinista, según el cual la violencia escolar tiene sus causas de forma lineal, en el mismo país, los investigadores delimitan el alcance de su estudio a aspectos que pueden ser sometidos a una prueba empírica, antes de modelar la información, de este modo, seleccionan una muestra de más de tres mil individuos y evalúan la presencia de acoso escolar de acuerdo a género, nivel socioeconómico y grado escolar, encontrando que los primeros no tiene asociación significativa, mientras que, el grado escolar se muestra asociado desde el sexto hasta el noveno grado, concluyendo que existe un número mayor al 21,8% de niños que parecen acoso escolar e iniciando un modelo según el cual el género ni el nivel socioeconómico participan del mismo (Cepeda et al., 2008). Se trata de una misma línea de investigación, pero con dos tendencias que intentan entender el acoso escolar.

Un curioso ejemplo en el que los investigadores dicen emplear la dinámica de sistemas pero que terminan empleando modelos lineales es el estudio realizado por Robledo Velásquez y Ceballos (2008). Estos investigadores, tras proponer su modelo, concluyen que “su construcción responde a una visión determinística racional” (Robledo Velásquez y Ceballos, 2008, p. 157). Lejos de la radicalidad de Forrester (2000), quien señalaba que “las causas a menudo no tienen relación” (p. 13), Robledo Velásquez y Ceballos (2008) expresamente señalan que hay que considerar “La simulación con la dinámica de sistemas como propuesta científica para explotar las causas estructurales del comportamiento de los complejos fenómenos asociados a la innovación” (p. 128). Es decir, el análisis de sistemas, reniega de la causalidad, pero, en el mejor de los casos lo utiliza para modelar un sistema.

Conclusiones

En principio de la incertidumbre, de dominio propio de la microfísica y la mecánica cuántica ha sido extrapolado al campo de las ciencias sociales, lo que ha hecho suponer la existencia de una nueva lógica. En contraparte a la lógica aristotélica, que ha devenido con no pocas modificaciones hasta el siglo XX, el pensamiento complejo propuesto por Edgar Morin, que se erige como un nuevo paradigma del conocimiento, asume la existencia de una lógica no lineal, anti-aristotélica, según la cual, así como una honda puede, o no, ser un corpúsculo, el principio de no contradicción “A no es no-A” quedaría descartado. Sin embargo, se desconoce una teorización o formalización de esta lógica, aunque varios autores de la dinámica de sistemas manifiestan estar empleándola. Metodológicamente, las ciencias sociales tendrían por deber recurrir a aspectos cualitativos para plantear un modelo científico y no necesariamente a formulaciones hipotéticas sometidas a la prueba empírica. Por su parte, el pensamiento sistémico aristotélico que recupera Mario Bunge para las ciencias sociales, reniega de los paradigmas científicos y plantea la necesidad de formular hipótesis matemáticas para someterlas a la prueba empírica antes de generar modelos científicos de los hechos sociales.

Bibliografía

- Aracil, J. y Gordillo, F. (1997). *Dinámica de sistemas*. Madrid: Alianza Editorial.
- Arnold, M. y Osorio, F. (1998). Introducción a los conceptos básicos de la Teoría General de Sistemas. *Cinta moebio*, 40-49.
- Berzal, Fernando (2008). Modelado de datos: fundamentos de diseño de bases de datos. *DECSAI*, 2-42.
- Bunge, M. (1997). *La causalidad: el principio de causalidad en la ciencia moderna*. Buenos Aires: Editorial Sudamericana.
- _____ (2005). *Diccionario de Filosofía*. México D.F.: Siglo XXI.
- _____ (2006). *Cien ideas: Caos*. Buenos Aires: Minerva.
- _____ (2012). *Ontología II: Un mundo de sistemas*. Barcelona: Gedisa.
- Cañellas, C. (2003). ¿Una nueva epistemología en el devenir de la Educación Social? *Illes Balears: Revista interuniversitaria*.
- Cepeda, E., Pacheco, P., García, L., y Piraquive, C. (2008). Acoso escolar a estudiantes de educación básica y media. *Revista de Salud Pública*, 10(4), 517-528.
- Duque, J., y Rivera, R. (2016). Complejidad y dinámica de sistemas inscrita en la práctica del acoso escolar. *Pacarina del Sur*, 8(29).
- Forrester, J. W. (2000). *Comportamiento contraintuitivo de los sistemas sociales*. Monterrey: Grupo de Dinámica de Sistemas del ITESM.
- García, R. (2006). *Sistemas complejos: conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: Gedisa.
- Hempel, C. (1987). *Filosofía de la Ciencia Natural*. Segunda ed. Madrid: Alianza.
- Kuhn, T. (2010). *La estructura de las revoluciones científicas*. Primera ed. University of Chicago: Fondo de Cultura Económica.
- Leyva Rodríguez, J. K. (2009). Los presupuestos teóricos de la Epistemología Compleja. *A parte Rei*, 61, 1-13.
- Maldonado, C. E. (1999). Esbozo de una filosofía de la lógica de la complejidad. En: *Visiones sobre la complejidad* (pp. 9-27). Segunda ed. Bogotá: Colciencias.
- Martín García, J. (2006). *Aplicaciones prácticas de la Dinámica de Sistemas en un mundo complejo*. San Juan: Universidad de Puerto Rico.
- Mascareño, A. (2006). *Sociología del Método: La forma de la investigación sistémica*. Santiago: Cinta moebio.
- Max-Neef, M. (2004). *Fundamentos de la transdisciplinariedad*. [En línea] Available at: https://c90773a8-a-c3647dd8-s-sites.googlegroups.com/a/decrecimiento.info/max-neef/Home/Max_Neef_Fundamentos_transdisciplinaridad.pdf?attachauth=ANoY7cqBLJ42xQ1U3o69StH7fERO

- ge7n5kMGPKCs_eDX4gtUhXamdhay6M6NWK6dTeL3IUerPSBEfe-
bK3pwfAV03vLNgNDnz28NOnbXYOTkBd_
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Paris: UNESCO.
- Morin, E. y Pakman, M. (1994). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa.
- Otero Carvajal, L. E. (1993). *Las revoluciones científicas del siglo XX*. [En línea] Available at: http://www.academia.edu/4628092/Las_revoluciones_cient%C3%ADficas
- Pérez Romero, C. (2013). *Paradigma de la complejidad, modelos científicos y conocimiento educativo*. Ágora digital ed. Sevilla: Univerisidad de Huelva.
- Pineda Ballesteros, E., y Landazábal, D. P. (2010). Reflexiones sobre el proceso de modelado. Una perspectiva dinámico-sistémica. *Revista Científica Guillermo de Ockham*, 95-104.
- Robledo Velásquez, J., y Ceballos, Y. F. (2008). *Estudio de un proceso de innovación utilizando la dinámica de sistemas*. Bogotá: Cuadernos de Administración.

Fecha de recepción: 12/12/2016; fecha de aceptación: 13/06/2017:

fecha de publicación: 30/06/2017