

De la validez de la perspectiva compleja en la gerencia

Autor: Jacqueline Jordan Forest

Teléfonos: 0416-6322411 / Trabajo: 0212-506.04.77

Email: jacquiJordan2003@gmail.com

Institución: Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria

Cargo: Profesional III

Resumen

Las limitaciones para el desarrollo de las investigaciones gerenciales enfocadas en la complejidad en Venezuela tienen un origen multifactorial, siendo la incomprensión de la propia perspectiva compleja, uno de los elementos que parecen primar, al confundirla con planteamientos metafísicos o en el mejor de los casos, filosóficos, que caen fuera de las fronteras de la actividad científica. Se revisa el surgimiento y desarrollo de los conceptos relacionados con la teoría del caos y la complejidad en las ciencias naturales, estableciendo distinciones con respecto al uso tergiversado que se hace de los mismos en ciencias sociales y en particular en las investigaciones sobre gerencia. Se plantean alternativas sobre cómo emplear adecuadamente las ideas de caos y complejidad en la gerencia, acudiendo a alguno de los dos enfoques, modelos y metáforas, que hasta ahora se han mostrado más fructíferos.

Palabras claves: No lineal, caos, complejidad, gerencia, ciencias naturales y ciencias sociales, metáforas y modelos.

Introducción

Los avances en el campo de las ciencias naturales enfocadas desde una perspectiva compleja han tenido un notable desarrollo en los últimos 50 años. Ha sido tal el éxito alcanzado en matemáticas, física, biología, computación, meteorología y ciencia cognitiva, que el mismo ha influenciado al campo de las ciencias sociales y humanidades. En el caso de la economía, los efectos han trascendido del terreno de la investigación, llegando a impactar la vida humana a nivel mundial debido a las crisis económicas derivadas del uso incorrecto o del abuso de la complejidad.

Mientras tanto, en otras disciplinas sociales se discute aún sobre la pertinencia del enfoque complejo, encuadrándose dentro de este conjunto los estudios sobre la gerencia. Sin embargo, desde hace más de veinte años se vienen desarrollando investigaciones dentro de esta orientación y que se expresan en revistas internacionales, textos, eventos, espacios digitales y el surgimiento de centros de investigación dedicados a estos fines.

Las limitaciones para el desarrollo de las investigaciones gerenciales enfocadas en la complejidad en Venezuela tienen un origen multifactorial, siendo la

incomprensión de la propia perspectiva compleja, uno de los elementos que parecen primar, al confundirla con planteamientos metafísicos o en el mejor de los casos, filosóficos, que caen fuera de las fronteras de la actividad científica. Es ineludible entonces, hacer revista sobre cómo desde las ciencias naturales se viene empleando las ideas de complejidad y desde allí explorar el uso adecuado de tales conceptos, acudiendo a alguno de los dos enfoques que se han mostrado fructíferos en las investigaciones sobre la gerencia.

Un acercamiento a la complejidad desde las ciencias naturales

Es inexacta la afirmación respecto a que la visión racionalista newtoniana¹, se caracteriza por su enfoque lineal o reduccionista. En realidad toda la corriente de desarrollo científico iniciado por Kepler-Galileo y fundamentada posteriormente por pensadores como Newton, Leibniz, Huygens, Lagrange, Laplace, Euler, D'Alembert, Lagrange, Hamilton, Poincaré, y por supuesto Emmy Noether, parten de reconocer la dificultad de analizar la realidad dada su extrema complejidad.

Ante dicha dificultad, agravada por la necesidad de tratar con matemática no lineal, conocida por otro lado desde hace siglos, los investigadores de las ciencias naturales optaron por el método cartesiano de dividir o fragmentar esa realidad en elementos más simples que pudiesen, a su vez, ser analizados con aproximaciones lineales. Una vez comprendido estos elementos más simples pudieron luego integrarlos para dar cuenta de la realidad estudiada

Una evidencia de este proceso de aproximación lo constituye el hecho de que los problemas paradigmáticos de la física son extraordinariamente simples. Pero no porque los investigadores creyesen que su objeto de estudio fuese simple, sino porque les era imposible ir más allá dados los enormes problemas de cálculo involucrado. Así, el bien conocido problema del péndulo simple tiene una elegante y sencilla solución para oscilaciones pequeñas, pero se vuelve muy complejo cuando estas aumentan y ya no es posible desprestigiar los elementos no lineales de la solución.

Los llamados problemas de uno y dos cuerpos interactuando entre sí bajo fuerzas gravitacionales, están totalmente resueltos desde el punto de vista de la mecánica, ya que se pueden obtener las trayectorias y velocidades de los cuerpos involucrados, dadas determinadas condiciones iniciales y las ecuaciones de movimiento. Sin embargo, no ocurre lo mismo cuando se trata del problema de los tres cuerpos. Este fue precisamente la dificultad que condujo a Poincaré (1892; 1967) a reconocer las limitaciones de la ciencia desarrollada hasta inicios del siglo XX para tratar

¹

Otra forma usual de definir a las perspectivas objetivistas en las ciencias

este tipo de fenómenos². Dada la complejidad de las trayectorias y su sensibilidad a las condiciones iniciales, Poincaré (1892, p. 1; Diacu, 1996, p. 3), al no encontrar una integración completa y rigurosa que lo rija, tuvo que renunciar a una solución cerrada del mismo.

La posterior emergencia de problemas similares provenientes de otras áreas de investigación, junto a un desarrollo paralelo de las capacidades de cómputo, fue lo que permitió re-conocer las viejas limitaciones al cálculo de expresiones matemáticas no lineales y poder comenzar a abordar estos problemas. Es decir, desde las propias ciencias naturales comenzó un proceso de visitar sus propios límites, los cuales aunque eran conocidos, casi siempre eran dejados de lado en la labor científica rutinaria.

En orden cuasi cronológico se tendrían los trabajos pioneros de Poincaré, Fatou y Gaston Julia, en física y matemática. Seguidamente, los trabajos de Wiener y Von Neuman en mecanismos de control y los circuitos de realimentación en la cibernética y la teoría general de sistemas abiertos de Bertalanffy. A continuación, vendría Edward Lorenz en sistemas climatológicos³; Stephen Smale sobre la generación de fractales obtenidos a partir de efectuar procesos iterativos, tales como los topológicos en el espacio de fases; de Robert May y James York en ecología, con las nociones de bifurcación y duplicación de período; y de Feigenbaum y la universalidad⁴. Posteriormente, se tendrían las estructuras disipativas de Prigogine y Stenger en físico-química; los principios de estabilidad estructural y morfogénesis en la teoría de catástrofes de René Thom y el desarrollo de los fractales de Benoit Mandelbrot. Todos estos desarrollos ocurrieron a partir de la segunda mitad del siglo XX.

Estos avances permitieron (Padrón, S.f.) el surgimiento de las nociones de sistemas complejos y no lineales o caóticos, así como nuevas lógicas tales como: lógica difusa, del caos, n-valentes, de catástrofes, temporal, axiológicas; y la consolidación de enfoques matemáticos como matemática discreta o no continua, álgebras especiales, geometrías no planas y fractales.

Por otro lado, el desarrollo de la teoría cuántica y la relatividad en los primeros treinta años del siglo XX, condujo a su vez a una revisión de los propios conceptos de

² La importancia de los trabajos de Poincaré, así como los de los matemáticos Fatou y Gastón Julia de principios del siglo XX, solo pudo ser reconocida luego de 1975 con los trabajos de Mandelbrot, dado que este contó con herramientas de cómputo de IBM adecuadas para reproducir las ecuaciones fractales.

³ Es el conocido efecto mariposa o de sensibilidad a las variaciones en las condiciones iniciales, expresado en la título de una ponencia de Edward Lorenz: ¿Puede el aleteo de las alas de una mariposa en Brasil generar un tornado en Texas?, presentada ante la American Association for the Advancement of Science, en Diciembre 29, 1972.

⁴ Sistemas diferentes se comportan de manera idéntica.

la física clásica, obligando a redefinir los antes bien asentados conceptos de espacio, tiempo, masa y energía; abandonar otros, como los de posición y velocidad en el mundo microscópico y de altas energías e introducir nuevos como los de equivalencia masa-energía, simetría, cuantización o valores esperados.

Todos estos desarrollos al contrario de lo que señalan algunos, no significan ninguna crisis en la investigación científica en el sentido de condenar el determinismo o la causalidad y señalar que a partir de ahora reinan el azar y la incertidumbre. Todo lo contrario, estos desarrollos han permitido un fortalecimiento del pensamiento racional y la necesidad de sustituir el azar por explicaciones causales que anteriormente resultaban posibles solo bajo el lente de las estadísticas y probabilidades, debido a las insuficiencias en el conocimiento.

En efecto, se ha reconocido y expandido el campo de los objetos de estudio de la física y de otras ciencias, permitiendo ver una transición entre aquellos constituidos por sistemas altamente ordenados, como un cristal, hacia sistemas que se comportan lineal o cuasi linealmente como los objetos clásicos de estudio de la física. Entre estos últimos se encuentra el ya citado caso del péndulo simple bajo oscilaciones pequeñas. Luego, se pasa a los sistemas perturbados cerca del equilibrio, del tipo descrito por Prigogine, para abordar posteriormente aquellos más o menos desordenados en lo que reina el *caos determinista*, como es el caso del péndulo simple bajo oscilaciones grandes. Finalmente, se llega a aquellos sistemas en caos que son objeto de las estadísticas, como el caso de los gases ideales.

Ha sido tal la relevancia de estos avances, que diversas naciones han decidido construir centros de investigación de alto nivel integrados por físicos, biólogos, matemáticos, economistas, lingüistas e informáticos, en los cuales se estudian diversos fenómenos, haciendo uso de avanzados modelos de simulación que han conducido a notables resultados. Entre estos centros destacan: el Santa Fe Institute, en New Mexico promovido por el polémico Murray Gell-Mann; el Center for Complex Systems en la Universidad de Illinois; la Universidad A&M de Texas; el Complexity Research Programme de la London School of Economics, y departamentos dedicados al tema en Los Alamos National Laboratory (Center for Non-Linear Studies), el Instituto de Tecnología de Georgia, la Universidad de California en Berkeley, y el Centro de Investigaciones en Saclay, Francia, además del grupo en la Universidad Libre de Bruselas, Bélgica.

En general, en estas instituciones se trabaja con algoritmos matemáticos que hacen uso de la iteración o recursión de una función muy simple. Este tipo de algoritmo, tal como lo reportan Maldonado (2008, p. 163) y Reynoso (2007, p. 41; 2011, p.4), incluye los trabajos sobre autómatas celulares, redes booleanas aleatorias,

integradas notablemente, por S. Kauffman en el estudio de las redes autocatalíticas, la subclase de los algoritmos evolutivos, tales como programación evolutiva, estrategia evolutiva, algoritmo genético; y fractales.

Además de la iteración, hay otros tipos algorítmicos, tales como las variaciones de *la ecuación logística* que en biología se usa para el estudio de la reproducción de una especie en base a los alimentos disponibles y el número de depredadores. También se encuentran los exponentes de Lyapunov –útiles en general en los estudios que integran perspectivas ecológicas– los algoritmos conexionistas, las metaheurísticas de enjambre y las distribuciones de ley de potencia y, con ella, la Ley de Zipf, los toros y atractores (De Henin y otros), siendo, sin embargo los más relevantes los atractores extraños. Estos últimos constituyen el paradigma en el estudio del caos, y son bastante utilizados en el estudio de fenómenos como los solitones, la identificación de puntos críticos, estados críticos y transiciones de fase, todos los cuales encontraron en los trabajos sobre criticalidad autoorganizada de P. Bak una base sólida.

Como se verá en mayor detalle más adelante, en unos cuantos casos, ha sido posible utilizar algunos de estos desarrollos en el estudio de fenómenos gerenciales, tales como la difusión de innovaciones en las organizaciones o la competencia en una determinada rama empresarial. En estos casos, se han utilizado herramientas computacionales de simulación basadas en redes complejas con relativo éxito.

La noción de complejidad. Una aproximación desde dos ciencias

Es posible definir la complejidad de varias maneras, pero antes hay que señalar que existen diversos conceptos, algunos en disputa en las propias ciencias naturales sobre el término. Sin embargo, se debe tener presente que muchos de los términos que se encuentran en investigaciones en ciencias sociales para referirse a fenómenos complejos, no tienen nada que ver con su interpretación en las ciencias naturales, tales como el azar, la incertidumbre, el error o la indeterminación. Esos términos no se relacionan con el caos determinista, ni la dinámica no lineal, ni con los sistemas complejos adaptativos que constituyen el corazón de las ciencias complejas.

El cómo estas investigaciones en ciencias naturales han sido desvirtuadas para darles un sentido muy alejado de su contexto original, no es como podría pensarse un trabajo de no iniciados en estas disciplinas, todo lo contrario. Al igual que ocurrió con el subjetivismo propugnado por Heisenberg y Bohr, con sus ideas de incertidumbre o complementariedad extrapoladas fuera de contexto, las ideas vinculadas a la complejidad también fueron explotadas por notables investigadores para adecuarlas a

sus filosofías particulares y muchas veces propugnar una especie de seudo misticismo con base científica.

En este sentido es que autores como Zuppa (2003, Diciembre) y más claramente Reynoso (2006, p. 59), identifican a estos investigadores, a quien el segundo llama prigoginianos y que resultan ser aquellos científicos:

que mediaron entre los enunciados originales de la teoría de las estructuras disipativas y las humanidades, constituyen un grupo circunscripto, en el que se encuentran no pocos discípulos de Bateson, colegas de Norbert Wiener y testigos de acontecimientos asombrosos en el corazón mismo de la primera cibernética, a quienes les halaga que los consideren románticos, creativos y transgresores. Los más cercanos al núcleo han sido Heinz Von Foerster, Gordon Pask, Humberto Maturana, Francisco Varela, Paul Watzlawick, Ernst Von Glasersfeld, Isabelle Stengers, Rupert Riedl. Todos europeos o latinos, uno solo anglosajón, casi todos emigrantes. Otros se agregaron luego: Fritjof Capra, James Lovelock, Lynn Margulis, Paul Pangaro. En treinta años, operando como un colectivo exitoso y monolítico, con muy pocos episodios de disenso interno, han logrado articular una narrativa que, a pesar de la desconfianza posmoderna por los metarrelatos legitimantes y las fundamentaciones últimas, muchos intelectuales han hecho suya. Esa narrativa promueve ideas de complejidad, irreversibilidad, diferencia, diacronía, dinamismo, subjetividad, autonomía, indeterminación, asimetría, vitalismo, espontaneidad, creatividad, singularidad, ruptura, azar y contingencia: cualidades que los que la han abrazado consideran atributos de sus visiones del mundo, y que muchos antropólogos del gremio idiográfico reclaman para su disciplina.

Es justamente de esta corriente de donde ciertos autores se inspiran para el desarrollo de sus teorías en las universidades de Venezuela y otros países latinoamericanos. Situación que además contrasta con el tema en países del norte y anglosajones donde el propio Morin reconoce no tener audiencia (Feliú, 2003, p. 5) y donde, como se puede comprobar fácilmente, el tipo de investigación está muy ligada a la computación y al desarrollo de algoritmos matemáticos.

Lo anterior explica porque Morin no aparece citado ni tampoco sus ideas de recursividad⁵, bucle circular, o principio hologramático, por ninguno de los 700 autores de todo el mundo en las más de 11 mil páginas de la Enciclopedia de Ciencia de la Complejidad y Sistemas del año 2009 (Meyers, 2009). Esta obra no solo trata temas de ciencias naturales o tecnología, ya que incluye temas políticos, económicos y sociales. Tampoco aparece en las más de mil cien páginas de la Enciclopedia de Ciencia No lineal editada por Scott (2005). Y cuando se realiza una búsqueda en inglés en el Google Académico de los términos *Complex*, *Complexity* and *Management*, es muy raro, por no decir nunca, encontrar trabajos en donde Morin aparezca.

⁵

El término aparece pero como expresión de un algoritmo computacionales

El uso de la complejidad por parte de científicos sociales en Venezuela apenas si ha revelado la utilidad de la perspectiva compleja para la comprensión de los fenómenos sociales y en particular de la gerencia. La debilidad común de estas investigaciones es que cuando se describe la complejidad se citan siempre los trabajos de Morin y las especulaciones de Prigogine (posteriores a sus trabajos científicos) y en contadas ocasiones, algún otro autor como Carlos Maldonado, seguidor del primero. La revisión de la bibliografía utilizada en estos trabajos sobre complejidad muestra una uniformidad al tomar como referencia sobre el tema de complejidad a construcciones especulativas y sin mencionar a los investigadores más reconocidos en la literatura sobre este tema⁶.

Lo preocupante es que en estos trabajos se utiliza la imagen de Morin (2003, p. 59), donde la complejidad involucra “una cantidad extrema de interacciones e interferencias entre un número muy grande de unidades”. Bajo esta visión la complejidad se comprende como sinónimo de numerosidad o de intervención de multitud de factores. Igualmente, Morin (1982, p. 319-320) asocia la complejidad con oscuridad, incertidumbre, ambigüedad, paradoja e incluso contradicción, señalando más adelante que el comportamiento del mundo microscópico de la física escapa al determinismo.

Es de notar que aquí radica una profunda diferencia entre lo que significa el concepto de complejidad científica, con lo que pudiera significar en la imagen Moriniana, la cual coincide con las ideas comunes que se tienen sobre el término y que más bien se acerca a *complicación*.

El recurrir a una perspectiva compleja en las investigaciones sobre gerencia requiere, como en todo intento de trasladar ideas de un campo científico a otro, un mínimo de comprensión y respeto por los significados de sus conceptos y procedimientos, así como el reconocimiento del contexto original de donde provienen. Esta advertencia es aún más válida, porque aún cuando se reconozca las severas

6

Algunos nombres: Kauffman (complejidad biológica), Chomsky (ciencia cognitiva), Bertalanffy (TGS), Wiener (Cibernética y caos), Ross Ashby (auto-organización, variedad y restricciones, en los que cabe ver un anticipo de la noción de atractores, sistemas adaptativos, el estudio de la evolución de sistemas dinámicos y un concepto semejante a la clausura operacional), Gordon Pask (sistemas reflexivos), René Thom (teoría de catástrofes), Von Neumann (cibernética), Gödel (incompletitud), Turing (máquina de Turing), László Barabási ([redes libres de escala](#) y las [redes biológicas](#)), Steven H. Strogatz (sincronización en [sistemas dinámicos](#) y en [redes complejas](#)), Duncan J. Watts (mundo pequeño), Piaget (transdisciplina), John Holland (algoritmos genéticos), John Koza (programación evolutiva), Donald Hebb (asambleas neuronales), Murray Gell Mann (quarks), escuela rusa-ucraniana: Andronov, Anosov, Arnol'd, Belusov, Besicovich, Bogdanov, Bogolyubov, Chirikov, Kantorovich, Kolmogorov, Krylov, Landau, Lyapunov, Mel'nikov, Migdal, Moser, Neimark, Novikov, Patashinskii, Pesin, Pokrovskii, Polyakov, Pontrjagin, Rabinovich, Šarkovskii, Sinai, Šošita_švili, Voronin, Vyshkind, Zhabotinskii

limitaciones impuestas al uso de la perspectiva compleja en la gerencia, no es menos cierto, que al menos en unos pocos casos, ha sido posible el empleo directo de su heurística. De modo que si es posible el empleo directo de la perspectiva compleja, no hay razón para desvirtuar los significados de sus conceptos o procedimientos y recurrir a planteamientos que parecen querer mediar entre los dos mundos, pero que solo terminan originando confusión.

La complejidad en las ciencias sociales. Una perspectiva crítica.

El uso de conceptos tomados de una disciplina científica para utilizarlos en otras, ha sido una práctica bastante extendida en el ámbito científico, por lo cual no sorprende que se intente hacer lo mismo en el caso de la complejidad. La historia de las ciencias refleja que esto en efecto ha venido ocurriendo en las ciencias naturales y formales prácticamente desde sus inicios pero sobre todo a partir del siglo XIX, y entre las ciencias naturales y sociales a lo largo del siglo XX. Sin embargo, este proceso, en particular entre éstas últimas, no siempre ha sido explícito y transparente. Las imbricaciones entre matemática, física y química y en menor medida, la biología, han sido casi que evidentes, pero con las ciencias sociales se oscurecen considerablemente, en gran medida porque los propios investigadores ocultan de manera explícita o implícita el origen de sus propias ideas⁷.

Además, el proceso inverso también ocurre⁸, contribuyendo a incrementar la confusión. Los investigadores en ciencias naturales toman de otros campos, términos para utilizarlos dentro de su ámbito científico, siendo sus significados muy distintos, y a veces hasta contradictorios, con el significado que tienen en el campo de donde fueron tomados. Este proceder se justifica porque como señala Padrón (s.f); “en el terreno de la Ciencia, no hace falta buscar teorías cuando éstas ya existen en la vida cotidiana. Fue por eso por lo que en las teorías de la Física se emplearon las mismas palabras que ya la gente conocía: "masa", "fuerza", "aceleración", entre otras, a pesar de que tuvieran un significado técnico sumamente distante”. Posteriormente, estos mismos términos se trasladan a otros campos de conocimiento, donde son otra vez

⁷ Basta recordar con Reynoso (2006, p. 29) el hecho de concebir la energía psíquica en esos términos fisicistas: no hay más que pensar en el concepto económico freudiano de sublimación, que describe el encauzamiento de un principio energético, en la idea jungiana de una energía no libidinal susceptible de cuantificarse, en el concepto topológico de los vectores de Kurt Lewin (cantidades dirigidas en un campo de fuerzas), en las leyes que gobiernan los flujos de la energía mental según Charles Spearman o en las digresiones energéticas del antropólogo Siegfried Nadel, que vuelan mucho más bajo que el resto de su obra.

⁸ Muestra de ellos son términos físicos tomados de otros campos tales como: divergencia, impulso, acción, frustración, complejidad, saltos, caos, catástrofes, el "color y sabor" de quarks y gluones, extraño, encanto, caballo de vapor; o en computación: semántica, ontología, virtualidad, esclavo, servidor, web (telaraña), arquitectura, bus, nube, virus, cliente, entre otras.

reinterpretados y con frecuencia descontextualizados, profundizándose aún más la confusión.

Evidentemente esto sienta una base frágil, porque es difícil pretender reflejar la autonomía en la metodología de una ciencia tomando términos y conceptos justamente de otra de la cual se pretende diferenciar. Diversos investigadores han advertido sobre la necesidad de justificar estas operaciones de extensión o trasvase conceptual del campo de las ciencias naturales a las sociales, lo cual es absolutamente válido para el estudio de las organizaciones. Autores provenientes de ambos campos del saber han sido particularmente críticos sobre estas operaciones, destacando en particular la famosa polémica originada por el llamado “affaire” Sokal⁹ a fines del siglo pasado y que se ha extendido hasta nuestros días.

Argumentos a favor y en contra del uso de conceptos de las ciencias naturales en las ciencias sociales

Las observaciones más relevantes de parte de quienes advierten sobre el riesgo del uso de conceptos tomados de las ciencias naturales, tales como Max Black (1966, pp. 220-222), René Thom (1985, p.88) o Wiener (1985, pp. 49-50), entre otros, se reflejan en algunas de las siguientes afirmaciones:

1. En ciencias sociales existe la perspectiva interpretativista que señala que en los fenómenos sociales el objeto de estudio le habla al investigador, es decir no es un sujeto pasivo. Por tanto, no habría posibilidad de establecer una clara distinción entre el observador y su objeto de estudio, siendo que a veces el propio investigador es parte del objeto de estudio.
2. La complejidad (entendida en su sentido natural, no científico) de los problemas sociales impide la restricción, el aislamiento del fenómeno en un laboratorio e impone severas limitaciones para describir o expresar los resultados en lenguaje matemático.
3. El objeto de las ciencias sociales en el sentido de Dilthey, es comprender, mientras que en el de las ciencias naturales es explicar en términos de causa y efecto.
4. Cada ámbito científico tiene su propia especificidad y si bien es común el rigor, el soporte teórico, la sistematización, el uso de un lenguaje especializado, la publicidad de los resultados y la debatibilidad de los mismos, se alega que la

⁹ Allan Sokal es un físico norteamericano que para criticar el uso indebido de términos científicos por parte de algunos autores posmodernistas, en especial franceses, envió en 1996 un artículo falso a la revista *Social Text*, donde mezclaba de manera confusa expresiones de la física cuántica y gravitacional con un lenguaje que apoyaba los prejuicios ideológicos de los editores. El artículo fue publicado, y ese mismo día Sokal explicó el engaño en la revista *Lingua Franca*.

profundización en cada disciplina conduce al desarrollo de metodologías que les son propias y únicas.

Frente a estas críticas otros, como Gregory Bateson y Margaret Mead (Wiener, 1985, p.24), Prigogine (1997, p. 176). Julia Kristeva (1997) o los promotores de la transdisciplinariedad, Piaget-Lichnerowicz-Jantsch (Jantsch, 1972), entre otros, han respondido a las mismas, argumentando alguna de las razones siguientes.

1. Los avances en las ciencias naturales, en particular en la física cuántica y en relatividad, muestran que el sujeto juega también un rol importante en la observación. Tampoco se puede desconocer la influencia mutua entre la sociedad y las prácticas científicas.
2. El criterio de universalidad ha sido usado con éxito para utilizar conceptos de un campo en el otro una vez que se establecen y justifican las analogías.
3. La ciencia debe poder expresarse en un lenguaje común transdisciplinario.
4. Cualquiera tiene derecho a usar metafóricamente cualquier término o concepto, no importa su origen y nadie puede arrogarse un derecho de censura al respecto, menos en el terreno científico.

Si bien, el contexto de la discusión ha estado centrado en las ciencias sociales en general, su pertinencia para el caso de las investigaciones gerenciales resulta inmediata. El uso de conceptos tomados de las ciencias naturales es algo que puede enriquecer el conocimiento y si se hace de la manera adecuada, justificándolo debidamente, contribuiría a la construcción de un saber transdisciplinario. En efecto, y como se expondrá más adelante, son diversos los trabajos que abordan los fenómenos de la gerencia desde una perspectiva compleja, en los cuales se emplean con rigor y especificidad los aportes desde el campo de las ciencias naturales.

Uno de las dificultades que surgen en las investigaciones sociales que aspiran fundamentarse en la complejidad, es precisamente la confusión respecto a su significado, estando muy extendida la idea de que ella implica necesariamente fenómenos donde intervienen multitud de interacciones.

Los fenómenos complejos pueden manifestarse con relativamente pocas variables, tal como sucede en la ecuación logística y en los algoritmos recursivos. Los fenómenos donde intervienen numerosas variables escapan de la complejidad y se sitúan más bien en la zona del caos, donde se los puede estudiar con estadísticas inferenciales y multivariadas, las escalas multidimensionales, los modelos multinivel, la inferencia bayesiana o las técnicas de ingeniería del conocimiento.

Como lo señala Sametband (1999), los fenómenos de caos determinista o de complejidad se refieren a muchos sistemas que existen en la naturaleza cuyo comportamiento va cambiando con el transcurrir del tiempo (sistemas dinámicos) y de los cuales emergen fenómenos con nuevas propiedades, cualitativamente distintas a las de sus elementos constituyentes. Las nuevas configuraciones reflejan además un carácter de robustez, es decir son capaces de mantener la estabilidad del sistema frente a las perturbaciones, claro está dentro de ciertos límites.

Estos fenómenos aparecen cuando los sistemas se hacen extremadamente sensibles a sus condiciones iniciales de modo que pequeñas variaciones provocan grandes diferencias en los efectos¹⁰. Resulta imposible predecir con exactitud cómo se comportarán dichos sistemas más allá de cierto tiempo, por lo que parecen no seguir ninguna ley, cual si estuviesen regidos por el azar. Pero este azar es aparente, ya que los investigadores han encontrado que los sistemas dinámicos en estas condiciones presentan pautas de regularidad colectiva que emergen luego de plantear interacciones simples entre sus elementos constituyentes.

Sobre la complejidad, es preciso advertir que no forma una teoría única, no hay en realidad una “Teoría de la Complejidad” sino que la misma es más bien una especie de término amplio, bajo el cual se cobijan una serie de resultados teóricos y empíricos, obtenidos en las ciencias naturales y cuyos orígenes pueden remontarse hacia fines del siglo XIX, en matemáticas y física.

Estos resultados comenzaron a adquirir una importancia mayor, luego de que en la segunda mitad del siglo XX se extendieron a otros campos, como la biología, química, informática y climatología, gracias al desarrollo de nuevas y poderosas herramientas de cálculo. Este incremento en las capacidades de cómputo permitió abordar problemas que en su momento resultaron imposibles de analizar como el “problema de los tres cuerpos” de la física, ya mencionado antes, y cuyo estudio condujo a Poincaré a reconocer la imposibilidad de una solución cerrada viéndose, por tanto, forzado a recurrir a aproximaciones.

Conclusiones: La realidad gerencial desde la complejidad, retos y perspectivas.

Actualmente existen investigaciones en gerencia que intentan recurrir a los conceptos e instrumentos elaborados desde las ciencias naturales, sin mediaciones, para producir resultados importantes. Básicamente se reconocen dos (2) perspectivas, la primera que hace uso de las analogías, siendo entre ellas la metáfora la más

¹⁰

Ver nota N° 2

utilizada, las cuales justifican y defienden, para extenderlas a las ciencias sociales y una segunda que recurre a la abstracción de las relaciones esenciales en lo social para intentar desarrollar modelos matemáticos que puedan ser analizados a través de algoritmos.

Gareth Morgan (2006; 1980, diciembre) ha sido particularmente perspicaz al identificar cómo detrás de las teorías sobre la organización y el cambio se encuentran metáforas, no siempre visibilizadas por los autores. En su ensayo, Morgan no solo devela las metáforas de las diversas teorías sobre la organización, sino que incluso alienta una especie de pluralismo metafórico como vías para estudiar de manera más comprensiva a los fenómenos organizacionales.

Una perspectiva similar, aunque menos explícita en cuanto al reconocimiento de las metáforas subyacentes a las aproximaciones, se encuentra en la compilación realizada por Levy y Merry (1986), quienes finalmente las sintetizan todas, en una especie de metáfora combinada para el análisis del cambio organizacional de segundo orden.

Otros autores como Herbert Simon (1945) y Jay Gailbraith (Madeuf, 2006, pp. 110-112), ven en las organizaciones una oportunidad para visualizarlas de manera semejante a la metáfora del cerebro de Ross Ashby, es decir considerarla como una máquina, con propósitos, que se adapta a los cambios a través de la toma de decisiones y del procesamiento de información, en medio de un entorno de incertidumbres.

Del lado de los modelos, se encuentra un claro ejemplo en los enfoques de autores como Stacey (1996) y Navarro (2002, p. 123), para quienes la organización es un sistema complejo debido a que las organizaciones son no lineales y son sistemas de feedback. Consideran que una organización puede ser modelada como una red donde cada nodo de la misma representa una persona y donde los agentes individuales interactúan con otros agentes y también con agentes pertenecientes a otras organizaciones que constituyen el entorno. La no linealidad de las organizaciones, continúan estos autores, es el resultado de la interacción de feedbacks negativos y positivos que en ella tienen lugar, así como las demoras que se producen en los mismos. De aquí se genera la no-proporcionalidad entre una acción y el efecto correspondiente.

Con respecto a la segunda de las propiedades, es suficiente notar que en las organizaciones, las conductas de los elementos (personas) influyen sobre los demás generándose un efecto de retro información. De manera causal emergerían dos propiedades más, aplicables a las organizaciones:

- Son sistemas en inestabilidad limitada (*bounded instability*), y

- Son sistemas en los que emerge un orden fruto de la autoorganización espontánea.

Además de esta visión de la organización como sistema complejo, existen muchos otros trabajos en los cuales se ha utilizado una perspectiva compleja para analizar la gerencia, vale la pena destacar los siguientes:

- Modelos de percolación y difusión de ideas utilizando algoritmos de redes (Miceli, 2007, p. 15)
- La publicación periódica, *Emergence: Complexity & Organization*, editada por el Institute for the Study of Coherence and Emergence enfocada en administración y la consultoría organizativa. En particular un artículo de Eoyang (2004) en esa revista, contiene un listado de algunas herramientas y técnicas complejas para utilizarlas en sistemas humanos, tales como: 15% Solution, Complex responsive processes, Self-organizing leadership, Difference questioning, Metaphorical landscape, Difference matrix, y Generative relationship STAR.
- El abordaje de situaciones de crisis por parte de las organizaciones (Guzmán Hennessey, 2007; Gilpin y Murphy, 2008)
- La difusión de la innovación a lo interno de las organizaciones (Fonseca, 2002; Rogers, 1983)
- La ética y valores (Stacey y Griffin, 2008; Cilliers y Preiser, 2010)
- El control y seguimiento de proyectos (Charrel y Galarreta, 2007; Frame, 2002)
- El cambio organizacional (McMillan, 2008 y para pequeñas y medianas empresas véase por ejemplo a Christensen y Poulfelt, 2006)
- El estudio de grandes redes de firmas competidoras (Braha, 2011)
- La gerencia de servicios públicos (Hyman, 2003) y
- El liderazgo (Winkler, 2010).

Todas estas investigaciones muestran la posibilidad de emplear exitosamente, los resultados obtenidos desde las ciencias naturales en los estudios sobre la gerencia. La primera, sería a través del uso de las metáforas, que permitirían estudiar determinados fenómenos gerenciales en términos de sistemas complejos bien conocidos. La segunda, es directa, es decir considerar determinados fenómenos como sistemas complejos y aplicarles luego, el conjunto de herramientas computacionales actualmente disponibles.

La primera de las perspectivas anteriores pareciera la de más inmediata ejecución para científicos sociales y gerentes sin una formación profunda en

matemáticas y que trabajen sin interacción con otros especialistas que pudieran complementar sus visiones. El fundamento para operar de esta manera radica en desarrollar analogías que pongan de manifiesto que las mismas clases de principios operan en todas partes. De manera que el investigador o el gerente, tengan la convicción de que los tipos de operación mental que resultan útiles en un ámbito específico, tal vez puedan resultar igualmente útiles en otro, dado que la naturaleza funciona en base a los mismos principios en todos los niveles y en todos los dominios.

En todo caso, para el buen desarrollo de esta orientación conviene tener presente las formulaciones de los editores de la revista *Emergence*, las cuales coinciden además con las de Mittleton (2003, pp.3-4), quien señala que una vía de búsqueda en sistemas humanos complejos es examinar las características genéricas de los sistemas naturales complejos y considerar si ellos son relevantes o apropiados a los sistemas sociales. Pero hay una limitación en esta aproximación, la cual es comprender que cada examen es solamente un punto de inicio y no un mapeo (o transformación) y que los sistemas sociales necesitan ser estudiados en su propia dimensión.

Por otra parte, la analogías y las metáforas son un recurso que debe manejarse con cuidado porque como indica Bachelard (pp.96-97) “en la mentalidad científica la analogía desempeña su papel después de la teoría, en la mentalidad precientífica lo hace antes” y “el peligro de las metáforas inmediatas en la formación del espíritu científico, es que ellas no son nunca imágenes pasajeras, ellas se dirigen a un pensamiento autónomo, tienden a completarse, a terminar en el reino de la imagen”.

La advertencia de Bachelard se debe tomar en cuenta debido a que la metáfora sirve para explicar al no iniciado, pero puede dejar en este la sensación de que ya conoce y podría no ser así. La metáfora, si no es lo suficientemente inspiradora, puede agotarse en ella misma y no conducir a nuevos descubrimientos. Para ello se debe dar un salto cualitativo y entrar a la construcción de modelos, a través de un proceso de abstracción e identificación de relaciones y elementos esenciales y posteriormente confrontarlos contra la experiencia. Algunos autores como Solanas (2011); Holland (1995, pp 50, 51, 54, 65, 91) y Kauffman (2000, p.135), recomiendan las metáforas en la construcción misma de los modelos para establecer las cualidades de los mismos.

La segunda opción, la de traducir al lenguaje matemático los problemas sociales con toda seguridad será criticada, porque pareciera volver a encajarse en una epistemología enmarcada dentro del positivismo lógico del Circulo de Viena. Además, como ya se ha señalado, investigadores de la talla de René Thom o Norbert Wiener, se opusieron a extender sus aportes de la teoría de catástrofes y cibernética respectivamente, al campo de las ciencias sociales por las complejidades inherentes

de las mismas, en particular la debilidad de los datos y lo difícil de confrontarse con escenarios matemáticos tan abstractos que hasta los propios especialistas del área lo consideran difíciles.

Sin embargo, a favor de este trasvase se puede señalar que el tipo de problemas analizados implica una no linealidad y una total falta de predicción sobre lo que ocurrirá hasta que el modelo se desarrolle. Como lo muestra el estado actual de las investigaciones en complejidad, el desarrollo empírico basado fundamentalmente en modelaje matemático hoy va muy por delante de los desarrollos teóricos. Y la razón estriba básicamente en que es imposible prever lo que emergerá de las mismas basado en las simples interacciones y el espacio que se asume para iniciar el modelaje.

A tal punto esto es así, que por ahora lo que hacen los científicos computacionales es clasificar los distintos tipos de problemas de acuerdo a su *tractabilidad*, es decir a la posibilidad de encontrarles una solución a partir de una máquina de Turing¹¹. Dentro de ese conjunto de problemas, están aquellos que derivados de estudios en diversas disciplinas, incluso de la gerencia, han sido generalizados para clasificarlos dentro de algunas de las 495 clases de complejidad actualmente listadas¹².

Como ya se ha señalado, estos fenómenos gerenciales traducibles a modelos matemáticos y con capacidad explicativa, aunque notables, son relativamente escasos. La razón se encuentra en la inherente dificultad o mejor dicho, imposibilidad, de traducir toda la riqueza de lo social en expresiones matemáticas. Las simplificaciones que necesariamente deben hacerse para hacer un modelo matemático podrían desvanecer el fenómeno social bajo estudio. Solo queda proceder, como dice Jensen (2006, p.91) respecto a la matemática,

Ella... parece ser eficaz solamente cuando se ha efectuado con anterioridad un trabajo de simplificación del mundo real. En esto hay que ser oportunista pragmático: sepamos aprovechar la herramienta matemática sin suponer que todo puede reducirse a ella. Cada intento es una apuesta arriesgada.

Visto los argumentos, surge una clara recomendación para las líneas de investigación en gerencia basadas en complejidad y es la necesidad de incursionar en un trabajo transdisciplinario con los estudios e investigaciones de postgrado en matemáticas, física, biología y computación de las universidades venezolanas y tal vez latinoamericanas.

¹¹ En teoría computacional compleja un problema puede ser resuelto en un tiempo polinomial

¹² Actualmente (al 7 de noviembre de 2011) se pueden consultar la lista de 495 clases de complejidad conocidas en el sitio http://qwiki.stanford.edu/index.php/Complexity_Zoo

Para finalizar, no está de más mencionar la existencia de una tercera opción, la cual consiste en desarrollar una aproximación a la complejidad sobre bases propias, en una imagen similar a la de la tercera categoría de trabajos mencionados al principio y que no se enmarcan dentro de las perspectivas desarrolladas en este artículo. Habría, no obstante, que realizar un trabajo de construcción teórica partiendo prácticamente de construir nuevas categorías, perdiendo la ventaja de poder utilizar los aportes que otros ya han realizado. No es imposible pero sí más arduo y será objeto de un trabajo posterior en el cual se integrarán las dos perspectivas en una teoría formulada con conceptos propios de la gerencia.

BIBLIOGRAFÍA

- Bachelard, G. (1948). *El espíritu científico*. México D.F.: Siglo XXI.
- Black, Max (1966). *Modelos y metáforas*. Madrid: Tecnos.
- Braha, D., Stacey, B., and Bar-Yam, Y. (2011). Corporate competition: A selforganized network. *Social Networks* 33, 3 (July 2011) pp. 219--30 Disponible en: <http://arxiv.org/abs/1107.0539> [Consulta: 2011, Diciembre, 15]
- Charrel, P; Galaret D. (2007). *Project Management and Risk Management in Complex Projects*. Dordrecht: Springer.
- Christensen, P. R; Poulfelt, F. (2006). *Managing Complexity and Change in SMEs*. Cheltenham, UK y Northampton, MA, USA: Edward Elgar.
- Cilliers, P ; Preiser, R. (2010). *Complexity, Difference and Identity, An Ethical Perspective*. London y New York: Springer.
- Diacu, F. (1996). The Solution of the n-body Problem. *The Mathematical Intelligencer*, 1996, 18, pp. 66-70. Disponible en: <http://rutherglen.science.mq.edu.au/math332s207/diacuNbody.pdf>. [Consulta en: 2012, Mayo 22]
- Eoyang, G. (2004). The practitioner's landscape. *Emergence: Complexity & Organization, Special Double Issue, Vol. 6, No 1-2, 2004*, pp. 55-60.
- Feliú, M. (2003). *Entrevista con Edgar Morin: El Desafío de la Complejidad*. [Documento electrónico]. Disponible en: <http://www.edgarmorin.org/Portals/0/entrevista.pdf>, [Consultado: 2011, Noviembre 17].
- Fonseca, J. (2002). *Complexity and Emergence in Organizations*. London y New York: Routledge.
- Frame, J. Davidson (2002). *The New Project Management* (2a. ed.). San Francisco: Jossey-Bass.

- Gilpin, D. R; Murphy, P. J. (2008). *Crisis management in a complex world*. New York: Oxford.
- Guzmán Hennessey, M. (2007). La anticipación de las crisis una aplicación del enfoque del caos. *Eidos N° 7 (2007) pp. 128-159*.
- Holland, J. (1995). *Hidden order. How Adaptation Builds Complexity*. Series Helix Book. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley,
- Hyanes, Philip (2002). *Managing complexity in the public services*. London: Open University Press.
- Jantsch, Erich (1972). "Towards Interdisciplinarity and Transdisciplinarity in Education and Innovation" [Artículo en Biblioteca digital]. En *Interdisciplinarity: Problems of Teaching and Research in Universities*, pp. 97-121. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development, 1972. Disponible en: <http://biblio2.colmex.mx/bibdig/interdisciplinarity/base1.htm> [Consulta: 2012, Mayo 22]
- Jensen, P. (2006). *Historia de la materia*. Buenos Aires: Capital Intelectual.
- Kauffman, Stuart. (2000). *Investigations*. New York: Oxford University Press.
- Kristeva, Julia (1997, septiembre). Une désinformation. *Le Nouvel Observateur*, N° 1716, 25 septembre au 1^{er} octobre 1997, page 122. Disponible en: <http://peccatte.karefil.com/SBPresse/LeNouvelObs2509JK.html> [Consulta: 2012, Mayo 22]
- Levy, A.; Merry, U. (1986). *Organizational transformation*. New York: Praeger.
- Madeuf, Bernadette ((2006), Gailbraith's views on firms and markets: between neo-institutionalism and evolutionism. En: *Innovation, evolution and economic change* (Laperche Blandine, James K. Gailbraith, Dimitri Uzundis, eds.). Cheltenham, U.K: Edward Elgar.
- Maldonado, C. (2008). Complejidad y Ciencias Sociales desde el aporte de las Matemáticas Cualitativas. *Cinta de Moebio, Revista de Epistemología de Ciencias Sociales*, N° 33, diciembre, pp. 153-160.
- McMillan, Elizabeth (2008). *Complexity, Management and the Dynamics of Change Challenges for practice*. London y New York: Routledge,
- (2004). *Complexity, Organizations and Change*. London y New York: Routledge.
- Meyers, Robert. A. (ed.) (2009). *Encyclopedia of Complexity and Systems Science*. New York: Springer.
- Miceli, J. (2007). Modelos de Percolación y difusión de ideas en Ciencias Sociales: Una clasificación provisoria. En: *Exploraciones en Antropología y Complejidad*,

- colección "Complejidad Humana". Rafael Pérez-Taylor Aldrete y Carlos Reynoso (Coord.). Buenos Aires: SB.
- Mittleton, E. (2003). *Ten Principles of Complexity & Enabling Infrastructures*. En Complex systems and evolutionary perspectives on organizations: The application of complexity theory to organizations. Oxford, UK: Pergamon,
- Morgan, Gareth, (2006). *Images of organization*. Thousands Oaks: Sage Publications.
- (1980, Diciembre). *Paradigms, Metaphors and puzzle solving in organization theory*. Administrative Science Quarterly, Vol. 25, No. 4, december, pp. 605-622
- Morin, E. 1984 [1982]. *Ciencia con consciencia*. Barcelona: Anthropos.
- Morin, E 2003 [1990]. *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa
- Navarro Cid, José (2002). *Las Organizaciones como Sistemas Abiertos Alejados del Equilibrio*. Tesis de Doctorado, División de Ciencias de la Salud, Facultad de Psicología, Departamento de Psicología Social, Universitat de Barcelona. Disponible en: <http://www.tdx.cat/handle/10803/2658> [Consulta: 2011, Diciembre 07]
- Padrón, J (S.F.). *Papeles de José Padrón, preguntas y respuestas*. [Página Web]. Disponible en: http://padron.entretemas.com/preguntas_frecuentes.html [Consulta: 2011, Octubre 17]
- Poincaré, Henri (1892). *Les méthodes nouvelles de la nouvelles mécanique celeste, Tome I*. Paris: Gauthiers-Villars et fils. Disponible en: http://ia600305.us.archive.org/5/items/lesmethodesnouv001poin/lesmethode_nouv001poin.pdf [Consulta: 2012, Mayo 22]
- (1966). *New methods of celestial mechanics. Volume III - Integral invariants, periodic solutions of the second type, doubly asymptotic Solutions*. Springfield, Virginia: NASA. Disponible en http://archive.org/details/nasa_techdoc_19670017950 [Consulta: 2012, Mayo 22]
- Prigogine, Ilya (1997). *¿Tan solo una ilusión? Una exploración del caos al orden*. 4a edición, Barcelona, Tusquets.
- Reynoso, C. (2011). *Redes sociales y complejidad: Modelos interdisciplinarios en la gestión sostenible de la sociedad y la cultura*. Universidad de Buenos Aires, Argentina. [Libro electrónico]. Disponible en: <http://carlosreynoso.com.ar/archivos/varios/Redes-y-complejidad2.pdf> [Consulta: 2011, Octubre 29]

- Reynoso, C. (2007). *Edgar Morin y la Complejidad*. Universidad de Buenos Aires, Argentina. [Libro electrónico]. Disponible en: <http://txtantropologia.files.wordpress.com/2007/10/carlos-reynoso-edgar-morin-y-la-complejidad-2007.pdf> [Consulta: 2011, Octubre 28]
- Reynoso, C. (2006). *Complejidad y el caos, una exploración antropológica*. Universidad de Buenos Aires, Argentina. [Libro electrónico]. Disponible en: <http://d.yimg.com/kq/groups/13334744/747498768/name/Complejidad+y+Caos+-+Una+Exploracion+Antropologica.pdf> [Consulta: 2011, Noviembre 2]
- Rogers, Everett (1983). *Diffusion of innovations* (3ª ed.). London: The Free Press.
- Sametband, M. (1999). *Entre el orden y el caos. La complejidad*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Scott, Alwyn (ed.) (2005). *Encyclopedia of Nonlinear Science*. New York: Routledge
- Simon, Herbert ((1994). *Administrative behavior, A study of decision-making processes in Administrative Organization* (Preliminary edition). Chicago: Illinois Institute of Technology.
- Solanas Ruiz, José Luis (2011, abril). *El pensamiento complejo de Edgar Morin. Críticas, incomprensiones y revisiones necesarias*. Gazeta de Antropología, N° 27 /1, 2011, Artículo 09. Disponible en: http://digibug.ugr.es/html/10481/15241/G27_09JoseLuis_Solana_Ruiz.html. [Consulta: 2011, Diciembre 7]
- Stacey, Ralph D. (1996). *Complexity and creativity in organizations*. San Francisco: CA: Berrett-Koehler Publishers.
- Stacey, R.; Griffin, D (2008). *Complexity and the Experience of Values, Conflict and Compromise in Organizations*. London y New York: Routledge.
- Thom, R, (1985). *Parábolas y catástrofes*. Barcelona: Tusquets.
- Wiener, Norbert (1985). *Cybernetics or control and communication in the animal and the machine*. Cambridge, Massachusetts: The M.I.T. Press.
- Winkler, Ingo (2010). *Contemporary leadership theories, enhancing the understanding of the Complexity, Subjectivity and Dynamic of Leadership*. London y New York: Physica-Verlag
- Zuppa, C. (2003, Diciembre). Ilya Prigogine. ¿Nueva Alianza o Nueva Religión? *Cinta de Moebio*, N° 18, Diciembre 2003 [Artículo en línea] Disponible en: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=10101805>> [Consulta: 2011, Noviembre 15]