

DOS MODELOS DE ORDENAMIENTO CRÍTICO EN LA GESTIÓN DE CONOCIMIENTO DE LAS UNIVERSIDADES

Rafael Gerardo Páez¹

¹Arquitecto, profesor Facultad de Agronomía, campus Maracay-UCV. Estudiante de la Especialización en Gestión de Investigación y Desarrollo FACES-UCV. Correo electrónico: arkitectoniko@gmail.com

Sub tema: Gestión del conocimiento para la transformación.

Resumen

El ordenamiento se presenta en las actividades humanas como una necesidad imperiosa. Lo contrario es el desorden. El ordenamiento crítico se suscita cuando, ante una determinada situación, se rebasan los límites preexistentes que coadyuvan al predominio de condiciones de equilibrio en una estructura organizacional. Se estudiaron en esta investigación dos modelos de ordenamiento crítico para los procesos cognitivos en las universidades: uno es la teoría del caos, dentro de los postulados del pensamiento complejo, y otro es la criticalidad auto-organizada. Estas tipologías, provenientes de las ciencias exactas, indagan el comportamiento de sistemas de evolución dinámicos, complejos y auto-organizados; ante la pérdida del equilibrio estable de sus componentes. Estos modelos coexisten, entre algunas otras variables, y rigen sus diseños; al permitir que la generación del talento humano en las universidades origine modalidades organizacionales complejas. La metodología empleada permite analizar y contrastar ambos patrones de ordenamiento, que son diferentes entre sí, pero que podrían aplicarse simultáneamente para la socialización y transferencia de saberes. Se concluye así, que las instituciones de enseñanza a nivel superior requieren adaptarse a un nuevo paradigma que conlleve a sentar unas bases sólidas para fortalecer la gestión de conocimiento en aras de un mayor progreso social.

Palabras Clave: Caos, ciencias de la complejidad, criticalidad auto-organizada, gestión de conocimiento, ordenamiento, paradigma, universidades.

Abstract

The order is presented in human activities as an imperative. The opposite is disorder. The critical system arises when, in a given situation, the existing boundaries that contribute to the prevalence of equilibrium conditions in an organizational structure are exceeded. Two models of critical system for cognitive processes in universities were studied in this research: one is the chaos theory, within the principles of complex thinking, and another is self-organized criticality. These typologies, from the exact sciences, investigate the behavior of dynamic systems evolution, complex and self-organizing; to the loss of stable equilibrium of its components. These models coexist, among some other variables, and govern their designs; by allowing the generation of human talent in universities cause complex organizational arrangements. The methodology used allowed analyze and contrast both ordering patterns, which are different from each other, but that could be applied simultaneously for socialization and transfer of knowledge. It is concluded that educational institutions require a higher level adapt to a new paradigm that may lead to lay a solid foundation for strengthening management of knowledge for the sake of greater social progress.

Keywords: Chaos, complexity science, self-organized criticality, knowledge management, organization, paradigm, universities.

0. Introducción

El mundo natural es el mejor ejemplo de la presencia del orden. Éste, de hecho, se halla presente constantemente, en su modo más perfecto, en los reinos de la naturaleza.

El ordenamiento es un concepto que rige todas las actividades humanas. Es tan imprescindible su aplicabilidad que la mano del hombre es la que irrumpe en el orden ambiental desarrollando actividades para modificarla y someterla a sus designios; logrando generar así, en muchos casos, situaciones de desequilibrio y la ruptura de la armonía original. Pero existe una enorme brecha entre el ordenamiento espontáneo del universo y el que se obtiene como resultado de la intervención del hombre mediante sus conocimientos científicos, tecnológicos y artísticos.

Una de las medidas que se logran aplicar ante las situaciones que alteran el equilibrio existente es la del ordenamiento crítico. Éste no es más que la consecuencia de redirigir el curso; mediante un conjunto de procedimientos para que en una determinada situación desfavorable, que desborde los límites preexistentes de una estructura determinada, se logren las condiciones para alcanzar un nuevo equilibrio.

Los paradigmas que han prevalecido en las actividades de gestión, socialización y transferencia de conocimiento no están exceptuados de esa conceptualización de ordenamiento. Están tan arraigados que sin un ordenamiento eficaz los sistemas de enseñanza-aprendizaje y las instituciones de I+D+I no alcanzarían metas relevantes ni arrojarían resultados promisorios.

El objetivo general de esta investigación es analizar comparativamente dos modelos de ordenamiento que están interrelacionadas y podrían regir la gestión de conocimiento en las universidades: la teoría del caos, que es estudiada e incluida en las acepciones de las ciencias de la complejidad, y otro es la criticalidad¹ auto-organizada (CAO).

En las instituciones de educación superior, como organizaciones dinámicas y complejas, en las cuales se otorgan a la sociedad los mayores aportes de investigación y desarrollo, existen cambios paradigmáticos que conllevan a la coexistencia de esos dos modelos diferentes de ordenamiento mediante su aplicación de forma indistinta e independiente uno del otro, o correlacionados simultáneamente, para la socialización y transferencia de conocimientos en los centros de enseñanza universitaria.

En el caso específico de las universidades ambas tipologías de ordenamiento permitirían, en un mediano plazo, la generación de un cambio de paradigma en los procesos de divulgación de los conocimientos científicos y tecnológicos y a socializar los sistemas de enseñanza, haciendo que se eleven las posibilidades de alcanzar un mayor nivel de progreso social.

¹ La presente investigación refiere el concepto de **criticalidad** el cual es distinto al de **criticidad** (aun cuando ambas se traducen al inglés igual: *criticality*). La criticidad es estudiada en psicopedagogía y se define "...como la capacidad que tiene el hombre para hacer conscientemente afirmaciones verdaderas cayendo en cuenta de porqué las hace, de los límites de estas afirmaciones y del dinamismo que lo lleva a agruparse siempre más allá de los límites."

Referencia: <http://www.psicopedagogia.com/definicion/criticidad>

Entre los antecedentes de esta investigación fueron considerados, como puntos de partida, el artículo científico de Per Bak, Chao Tang y Kurt Wiesenfeld quienes en 1987 establecieron el principio de criticalidad auto-organizada explicando como modelo conceptual la pila de arena, al igual que los escritos de John Briggs y David Peat quienes en 1999 propusieron las 7 leyes que rigen los sistemas caóticos.

Edgard Morin en 1990, otro punto de partida, determinó algunos conceptos para comprender la evolución del pensamiento complejo que abarca la teoría del caos; hasta que en 1999 propuso un escrito que plantea siete saberes que debían ser considerados en procesos de gestión de conocimiento para su aplicación en las instituciones educativas.

Otro antecedente a considerar es el escrito de Moriello (2013) que aborda la relación entre el caos y los sistemas complejos. Al igual que el artículo científico de Martínez, (2011) que aborda el tema de las ciencias de la complejidad y los cambios de paradigmas.

1. El conocimiento

Desde que el hombre ocupa un lugar en la faz de la tierra ha debido vencer distintos obstáculos para alcanzar sobrevivir y prevalecer sobre las otras especies. La historia de la evolución humana ha estado basada en la evolución del conocimiento.

Del humanoide que ocupó las ramas de los árboles, junto a otros grupos de primates, hasta el hombre que en la actualidad habita los rascacielos en las grandes metrópolis, hay un camino andado de gestión de conocimiento. Un largo y ascendente recorrido de ensayos, errores, reveses y aciertos; de logros y divulgación de las experiencias. Los primeros homínidos que existieron sobre la faz de la tierra debieron, para garantizar su ineludible subsistencia y dominio sobre las especies salvajes y los embates del entorno, dedicarse a un diario constante y acumulativo aprendizaje.

Nonaka y Takeuchi en 1995 conceptualizaron al conocimiento como “...un proceso humano dinámico de justificación de la creencia personal en busca de la verdad”. Afirman a su vez que “...la información es un flujo de mensajes y el conocimiento es creado por ese flujo de mensajes, anclado en las creencias y el compromiso de su poseedor...” (Nonaka y Takeuchi, 1995:63.)²

Para Morin en 1999 “Todo conocimiento opera mediante la selección de datos significativos y rechazo de datos no significativos: separa (distingue o desarticula) y une (asocia, identifica); jerarquiza (lo principal, lo secundario) y centraliza (en función de un núcleo de nociones maestras).” (Morin, 1999:33).

Probst, Raub y Romhardt en 2001 definen el conocimiento como habilidades y cogniciones que son empleadas por las personas para resolver situaciones tanto prácticas como teóricas. Mencionan que éste “Se basa en datos e información, pero a diferencia de ambos siempre está ligado a las personas; forma parte integral de los individuos...” (Probst, Raub y Romhardt, 2001:24).

Definitivamente, el conocimiento es un fenómeno social que está determinado por el grado de evolución de los seres humanos, que organizadamente van alcanzando cada vez un mayor nivel de dominio en el manejo de datos e informaciones para alcanzar sus metas.

² Los subrayados en ambas citas son del autor de esta ponencia

1.1. La gestión de conocimiento en las universidades y centros de I+D+I

La gestión de conocimiento existe junto a las necesidades de alojamiento, alimentación, reproducción y endoculturales de los individuos. Fue así como comenzaron a surgir grupos humanos predominantes, los cuales controlaban el conocimiento y doblegaban a los grupos subordinados que carecían del mismo. De tal modo que gestión del conocimiento, relaciones sociales y medios de dominación conforman una tríada indisoluble.

Las instituciones de educación superior y los centros de I+D+I son organizaciones que rigen la gestión de conocimiento y tienen un rol preponderante en el desarrollo, progreso y sentido de pertenencia socio-cultural de los pueblos. Éstas en su misión liberadora e integradora tienen a su cargo formar a los contingentes de profesionales que deben, mediante el uso y aplicación de las mejores herramientas didácticas, plantear soluciones a los problemas científicos y tecnológicos que el mundo actual exige. Además, en lo que a gestión de conocimiento se refiere, se agrupan en dos grandes conjuntos: universidades competitivas y universidades vulnerables. Las primeras avanzan indefectiblemente hacia condiciones de excelencia y las siguientes van hacia un colapso inevitable. Ambas posibilidades, excelencia o fracaso, son condiciones completamente reversibles e independientes una de la otra.

La gestión de conocimiento representa uno de los grandes retos en el rol que cumplen actualmente las universidades, como modelos establecidos de organizaciones dinámicas y complejas. Los descubrimientos científicos, las innovaciones tecnológicas, las patentes industriales, la generación de nuevas empresas dentro del status económico existente y muchos otros tópicos se generan en las instituciones de educación superior y se colocan al servicio de los grupos sociales que las requieran.

2. Sistemas de ordenamiento en la gestión de conocimiento de las universidades

Cuando el hombre emplea su inteligencia y triunfa en el dominio de los fenómenos circundantes y sobre las otras especies animales a pesar de sus desventajas y debilidad física; cuando logra modificar el medio ambiente natural a su antojo, lo hace debido a que establece un ordenamiento sistematizado que es el único camino donde logra establecer su superioridad. Un sistema de ordenamiento es un concepto que rige todas las actividades humanas.

En el mundo científico y tecnológico la comunicación entre los pares, así como el ritmo de generación y divulgación de los conocimientos son cada vez más acelerados. Los descubrimientos, que hasta hace apenas cien a doscientos años tardaban siglos en obtenerse, con métodos científicos de comprobación, en la actualidad puede tardar apenas unos meses a lo sumo muy pocos años. La divulgación de los resultados de las investigaciones experimentales y las innovaciones, gracias al desarrollo de las TIC es logrado universalmente en cuestión de segundos. El acceso al conocimiento no fija ya obstáculos de tipo restrictivos salvo por la disposición de recursos económicos requeridos por las fuentes de acceso no libre. Cualquier persona sin importar el lugar del mundo en que se encuentre logra acceder a los resultados por más remoto que sea el lugar en que estos se hallan logrado.

3. Materiales y Métodos

Se analizarán seguidamente dos modalidades de sistemas de ordenamiento: por una parte la **Teoría del Caos** dentro de los principios de las **Ciencias de la Complejidad**, y por otra los

postulados de la **Criticalidad Auto-organizada**. Se intenta responder la interrogante respecto a la validez de ambos sistemas de ordenamiento para las metas de la gestión de conocimiento dentro de las universidades y centros de I+D+I.

¿Pueden coexistir ambos modelos conceptuales en los análisis de la gestión de conocimiento en instituciones universitarias y de I+D+I? en respuesta a esto la gestión de conocimiento es un sistema dinámico y complejo que requiere de la aplicación de nuevas teorías conceptuales que conlleven a su adaptación ante el surgimiento de nuevos paradigmas que coadyuven a que las actividades de las universidades se traduzcan en un aumento de la calidad y elevación de los parámetros e índices de vida de los grupos sociales.

3.1. Algunos conceptos a considerar en el estudio de los modelos de ordenamiento crítico en procesos de gestión de conocimiento en las universidades

Los conceptos de organización y auto-organización, ordenamiento y auto-ordenamiento crítico, así como el de geometría de fractales, podrían ser interpretados y relacionados para su aplicación en la gestión de conocimiento de las universidades. Se realiza a continuación una conceptualización determinando el origen de tales términos y su relación con esta investigación:

a. Organización:

Morin en 1990 precisa que “La organización es la disposición de relaciones entre componentes o individuos que produce una unidad compleja o sistema... La organización une de forma interrelacional elementos o eventos o individuos diversos que a partir de ahí se convierten en los componentes de un todo. La organización, pues: produce, reúne, mantiene.” (Morin, 1990:122).

b. Auto-organización:

El concepto de auto-organización fue propuesto para explicar el comportamiento de sistemas dinámicos en el campo de los conocimientos científicos de la física y la biología. Según Comfort, en 1994, “La auto-organización representa un reacomodo fundamental de energía y acción al interior de un sistema, con el objetivo de conseguir un mayor número de metas. (...) Los sistemas complejos se distinguen por su capacidad de auto-organización, que significa la habilidad para reorientar y reformar sus patrones de operación...” (Comfort, 1994).

c. Auto-ordenamiento crítico:

El auto-ordenamiento crítico tiene en la actualidad aplicaciones en diversas ramas de las ciencias de la salud, sociales y exactas. Reynoso, en 2009 lo describe como un concepto heurístico que ha dado pie a cambios de paradigmas en los estudios de la Teoría de la Complejidad, ocasionando el surgimiento de nuevas ciencias, entre las que menciona a modo de ejemplo la sociofísica o el caso de la econofísica. (Reynoso, 2009). Existen a su vez aplicaciones de denominación en sismología, en las ciencias agrícolas y forestales, arqueología, geología y economía al igual que en la rama de las ciencias sociales y humanidades con interpretaciones válidas en psicología, psiquiatría, neurología y otras.

d. Geometría de fractales:

La palabra *fractal* fue acuñada Benoit Mandelbrot (1924-2010), un matemático francés de origen polaco, quien en el año 1975 desarrolló los conceptos de la geometría fractal, la cual describe las entidades cuyas dimensiones no se pueden representar mediante un número entero, pero que como palabra usual y cotidiana se refiere a las formas que se hallan en el universo o en

los objetos artificiales, desarrollados por el hombre; que están regidos por los sistemas dinámicos caóticos y pueden ser interpretados mediante las ciencias de la complejidad. Tal concepto es extraído de la propuesta matemática que intenta determinar la configuración geométrico-espacial del orden existente en los sistemas complejos que no responden a un comportamiento constante.

3.2. El pensamiento complejo y la Teoría del Caos: Su aplicabilidad en la gestión de conocimiento de las universidades

"el territorio de la complejidad, que está situado entre el caos y el orden"
Moisés Sametband, 1994:104

La Ciencia de la Complejidad y la Teoría del Caos son dos concepciones que poseen aplicabilidad en la gestión de conocimiento. La Teoría de la Complejidad ha sido ampliamente estudiada a partir de los aportes de Edgar Morin (1928-) y la Teoría del Caos comenzó a difundirse a partir de los escritos de Edward Norton Lorenz (1917-2008). Ambas modalidades basan sus postulados en el principio de incertidumbre. Seguidamente se realiza un análisis de ambas teorías:

3.2.1. Las ciencias de la complejidad

De acuerdo con Martínez en 2011 las *"ciencias de la complejidad"* es un concepto que engloba el estudio de fenómenos y sistemas que están "...marcados por inestabilidades, fluctuaciones, sinergia, emergencia, auto-organización, no-linealidad, bucles de retroalimentación positiva y negativa, equilibrios dinámicos, rupturas de simetría o cercanos al caos." (Martínez, 2011).

Moriello, en 2013, sustentaba que "Los sistemas complejos se caracterizan fundamentalmente porque su comportamiento es imprevisible." (Moriello, 2013). Pero ¿Qué es un sistema complejo? ¿Cuáles son las condicionantes que lo diferencian de un sistema ordinario? En respuesta a estas interrogantes, Moriello, mencionado por Caparrini, en 2013, deduce que se debe establecer un sistema como un conjunto de factores que se interrelacionan entre sí en la prosecución de un objetivo concreto (figura 1).

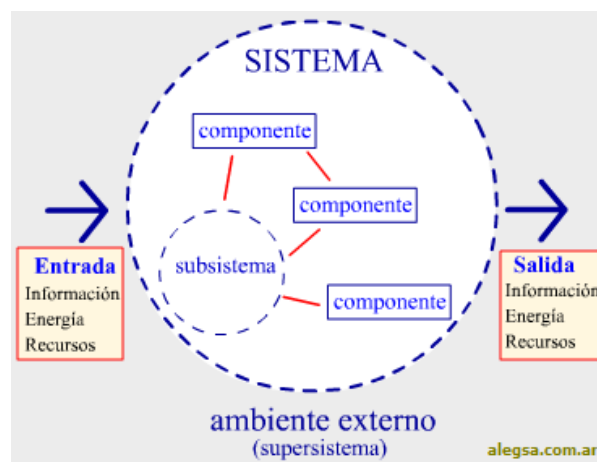


Figura 1. Representación esquemática de un sistema.

Fuente: Extraída con fines didácticos de <http://www.cs.us.es/~fsancho/?p=sistemas-complejos-2>

Los sistemas complejos, a diferencia del resto de los sistemas en general, se caracterizan por tener un comportamiento impredecible, generan incertidumbre. De allí surgen los principios que determinan la Teoría de la Complejidad.

Según Moriello, mencionado por Caparrini en 2013, “...**complejidad no es sinónimo de complicación**: este último hace referencia a algo enmarañado, enredado, de difícil comprensión.” (Caparrini, 2013).

La teoría de la complejidad basa sus premisas en la incertidumbre que generan los sistemas complejos. Morin en 1990 ante la interrogante ¿Qué es la complejidad? describe que ésta

“...se presenta con los rasgos inquietantes **de lo enredado, de lo inextricable, del desorden, la ambigüedad, la incertidumbre...** De allí la necesidad, para el conocimiento, de poner orden en los fenómenos rechazando el desorden, de descartar lo incierto, es decir, de seleccionar los elementos de orden y de certidumbre, de quitar ambigüedad, clarificar, distinguir, jerarquizar...” (Morin, 1990:32).

Morin en 1999 describe que el talón de Aquiles del conocimiento tiene un punto de partida en la incertidumbre ya que “La educación debe mostrar que no hay conocimiento que no esté, en algún grado amenazado por el error y por la ilusión” (Morin, 1999:5).

Es así como se logra acercar el pensamiento complejo a la realidad circundante para interpretarla y transformarla y este es un precepto que tiene un abanico de posibles adaptaciones a la gestión de conocimiento en las organizaciones. Morin en 1990 propone que “La dificultad del pensamiento complejo es que debe afrontar lo entramado (el juego infinito de inter-retroacciones), la solidaridad de los fenómenos entre sí, la bruma, la incertidumbre, la contradicción.” (Morin, 1990:33).

3.2.2. La Teoría del Caos

“El caos está dejando de ser una teoría científica para devenir una metáfora cultural.”
Briggs y Peat (1999:8).

La Teoría del Caos tuvo sus inicios en el campo científico de las matemáticas y la lógica. Cada vez más fue adquiriendo aceptación en otras ramas del conocimiento y sirviendo como eje de interpretación a los principios de las ciencias sociales y humanísticas, y también en la gestión de conocimiento.

John Briggs y David Peat en 1999 establecen que la teoría del Caos responde a siete leyes (ver cuadro No 1) basadas en igual número de principios a los cuales ellos designan como “...temas subyacentes: el control, la creatividad y la sutileza.” (Briggs y Peat, 1999:10).

De acuerdo con Lizcano en 2014, el caos y los sistemas caóticos responden a las siguientes premisas:

- no implican necesariamente desorden
- son sistemas no lineales e irregulares,
- son altamente impredecibles,
- se manifiestan en muchos ámbitos de la vida y la naturaleza,
- no se puede decir que tengan comportamientos sin ley (Lizcano, 2014).

La teoría del caos tiene su justificación en el comportamiento impredecible de los sistemas dinámicos (sistemas complejos) que tienden a responder sin seguir un mismo patrón es decir: tienen un comportamiento caótico que está basado siempre en la incertidumbre.

De tal modo que se pueden enumerar un conjunto de ejemplos de sistemas complejos que tienen un comportamiento caótico (impredecible) entre los que se hallan: el tiempo atmosférico (clima), geodinámica (sismos y volcanes), la biodiversidad y los ecosistemas (incluyendo los seres vivos y sus agrupaciones, las sociedades, sus procesos organizacionales, culturales y de generación de conocimiento).

Las universidades son organizaciones dinámicas por tanto en ellas la gestión de conocimiento se cumple como un todo integrador de un sistema complejo. Miramontes, en 1999 establece que “Los sistemas complejos están formados por un conjunto grande de componentes individuales que interactúan entre sí y que pueden modificar sus estados internos como producto de estas interacciones.” (Miramontes, 1999).

Cuadro No 1. Las siete leyes del Caos		
Enunciado de las Siete Leyes	1ra Ley: <i>Ley del vórtice</i>	(el caos se convierte en una oportunidad para el cambio). Las situaciones de caos e incertidumbre se constituyen en oportunidades de cambio para lo cual se requiere ser creativo en aras de que las transformaciones sean para mejorar y lograr una optimización de la organización.
	2da Ley: <i>Ley de la influencia sutil</i>	(pequeñas causas generan grandes efectos) Es con base en esta Ley que se deduce el <i>efecto mariposa</i> propuesto por Norton mediante el cual queda determinado que el simple aleteo de una mariposa en algún lugar recóndito puede llegar a generar una gran tormenta en un sitio distante.
	3ra Ley: <i>Ley de la Renovación Colectiva: La magia de la auto organización</i>	(La magia de la auto-organización) El caos conlleva a que los individuos formen parte de un todo unificador. Por lo tanto la diversidad es bienvenida dentro de los procesos unificadores de una reorganización.
	4ta Ley: <i>Ley de lo simple y lo complejo: El laberinto de los espejos</i>	(El laberinto de los espejos) Lo simple y lo complejo se reflejan a si mismos. No se presentan en forma aislada sino que se interrelacionan el uno con el otro.
	5ta Ley: <i>Ley de los fractales</i>	“Los fractales –la geometría de las formas irregulares y los sistemas caóticos son un modo de ver la paradoja complejidad –simplicidad de la naturaleza, y también de pensar acerca de ella.” (Briggs y Peat, 1999:105).
	6ta Ley: <i>Ley del tiempo fractal</i>	El tiempo concebido como un fractal rompe con la conceptualización de que este posee un desenvolvimiento rectilíneo.
	7ma Ley: <i>Ley de la nueva percepción</i>	Existe la posibilidad de modificar la percepción del mundo para adoptar la unidad caótica y auto-organizada. Al principio esta idea puede parecer misteriosa, pero una comprensión de la unidad está ya entretejida muy dentro de las personas.

Cuadro de elaboración propia con base en Briggs y Peat, 1999.

3.3. La criticalidad auto-organizada (CAO) como un modelo de ordenamiento crítico en la gestión de conocimiento de las universidades

En las universidades como organizaciones sociales complejas que tienen a su cargo la preservación y transmisión del conocimiento se lograrían cumplir a un nivel intuitivo los preceptos introducidos por Per Bak (1948-2002), Chao Tang y Kurt Wiesenfeld quienes en 1987 publicaron un estudio en el que introdujeron el concepto de *auto ordenamiento crítico* al que denominaron "**Criticalidad Auto-organizada**" (CAO).

La CAO es un concepto matemático que consiste en un modelo de evolución dinámica, el cual ha sido explicado mediante una pila de arena a la que le lanzan cada vez un grano adicional a la cúspide y éste halla un lugar donde posarse, sin desplazar a otros granos ya ubicados, ni distorsionar la forma en que los granos que forman el montón de arena, en su condición original, pierdan su posicionamiento. Tal efecto se suscita una y otra vez y los granos de arena se sitúan de manera espontánea, aleatoria, generando una estructura organizativa dentro del montón de arena cada vez más compleja a la anterior. Llegará un instante de rebosamiento en el cual un grano de arena adicional logrará desestabilizar a los ya existentes que se verán afectados y perderán la ubicación y las condiciones de "equilibrio" y "estabilidad" que se daban originalmente.

Perozo en 2011 determina que la criticalidad auto-organizada es "...originalmente empleada en el estudio de la auto-organización y emergencia de sistemas físicos, se utiliza y adapta al estudio de la auto-organización y emergencia de los sistemas sociales" (Perozo, 2011:122).

El efecto de rebosamiento de los granos de arena conlleva a una visualización intuitiva que está representada por un grano adicional que en lugar de posicionarse en la cúspide sin alterar el ordenamiento de los ya existente (figura 2), logra que se pierda la estabilidad originando una situación de desequilibrio amorfo que puede interpretarse como el efecto generador de un fractal.

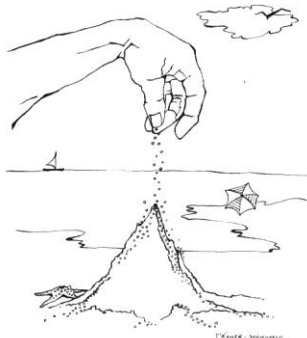


Figura 2. El efecto de criticalidad auto-organizada mediante una pila de arena.

Fuente:

https://es.wikipedia.org/wiki/Pila_de_arena#/media/File:Fig.intro.jpg

Este proceso se da de igual modo en los relojes de arena (figura 3). El efecto ocasionado por el deslizamiento de los granos de arena es también la obtención de un posicionamiento impredecible, donde los granos que aún quedan por caer inician un nuevo proceso de reacomodo aleatorio y auto-organizado. Mas, sin embargo, es imposible lograr que los granos que alcanzaron el desequilibrio lleguen a ocupar la posición que poseían antes de tal colapso.

Figura 3. El efecto de criticalidad auto-organizada mediante una pila de arena en un reloj de arena.

Fuente: <http://losabalorios.com/blog/2011/10/la-maquinaria-de-tu-reloj-i/relojdearenaroto/>



Se origina de tal forma un nuevo ordenamiento amorfo. Los granos de arena que se habían ido auto-organizando uno a uno de forma paulatina, una vez alcanzada la condición de desequilibrio, puede deducirse que geoméricamente generan un fractal. Solo que esta vez el fenómeno se cumple mediante condiciones físicas de encapsulamiento.

Per Bak no avaló la propuesta de reinterpretación de tal resultado de reacomodo como un fractal. Sostenía que ciertamente los granos alcanzaban un nivel de desequilibrio que generaba la dispersión pero no llegó a describirlo como fractal. Bak, Tang y Wiesenfeld expusieron que en los procedimientos regidos por la criticalidad auto-organizada surge la incertidumbre; la cual evoluciona con una marcada tendencia hacia condiciones caóticas, es decir: oscilan entre el orden y el caos como sistemas complejos.

Si se acepta que el producto de la pérdida de las condiciones de estabilidad y de auto-organización de los granos de arena genera una condición geométrica de fractal, es factible determinar que en esta caracterización se llegaría a cumplir los principios de Mendelbrot, y la 5ta ley del Caos – *Ley de los Fractales* (ver cuadro No 1) propuesta por Briggs y Peat en 1999.

La gestión de conocimiento en las instituciones universitarias no siempre se genera en condiciones de equilibrio y estabilidad. El saber no se desarrolla mediante la implantación de un paradigma único. La gestión de conocimiento como fenómeno social está sujeta a un cambio constante. Ello genera, en muchos de los casos, un nivel de incertidumbre e inestabilidad en lo relacionado al fomento de actividades científicas y tecnológicas. La ciencia y la innovación tecnológica se desarrollan en centros de I+D+I que históricamente no han podido someterse a un lineamiento único.

Ante tales disyuntivas es posible asumir el modelo de auto-organización y criticalidad, modelado mediante la pila de arena, para planificar la formación y evolución del talento humano que se da en las universidades. El cambio paradigmático ante tales circunstancias conllevaría a un desenvolvimiento más eficiente en lo que concierne a la reducción de las condiciones de incertidumbre y logros infructuosos.

Los procesos de gestión de conocimiento en las universidades pueden ser sometidos al modelo de ordenamiento de la criticalidad auto-organizada; esto es beneficioso, a sabiendas que los actores que participan en el diario acontecer de I+D+I no siempre logran alcanzar el resultado esperado.

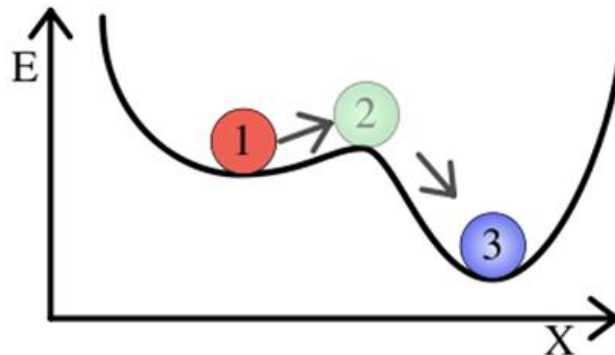
Por lo tanto, ante la pérdida de condiciones favorables para la evolución cognitiva es importante crear condiciones para que prevalezca un modelo de criticalidad auto-organizada, al menos a un nivel meramente práctico para alcanzar los objetivos propuestos.

3.4. Equilibrio, inestabilidad y meta-estabilidad en las estructuras de la gestión de conocimiento en las instituciones universitarias

A simple vista serían contraproducentes las implicaciones de una generación de conocimientos en las universidades y centros de I+D+I, desarrolladas en condiciones de desequilibrio e inestabilidad las cuales pueden analizarse mediante un concepto de estabilización planificada. Este es el caso de acuerdo con Reynoso (s/f) quien establece como consecuencia las transformaciones de estados que presentan lentitud el modelo de “La meta-estabilidad [que] es la propiedad de un sistema de exhibir durante un relativamente prolongado espacio de tiempo un estado de equilibrio débilmente estable. Bajo la acción de influencias externas, generalmente, dichos sistemas evolucionan temporalmente hacia estados de mayor equilibrio o estabilidad, que puede llegar a ser muy fuerte o importante.” (Reynoso, s/f).

Los cambios de estado que alteran el equilibrio son asumidos como modificaciones de las condiciones de estabilidad para los cuales Reynoso determina tres estadios diferentes (gráfico No 1) en los cuales para la posición 1 se presenta una condición de equilibrio “Débilmente estable” hasta llegar a la posición 3 donde el sistema se convierte en “Fuertemente estable” y establece una posición intermedia de transición inestable que es la 2. Todo ello como pasos previos antes de que el sistema pueda llegar al colapso total y definitivo.

Gráfico No 1. Gráfico de la meta-estabilidad de una estructura.



Fuente: Extraído con fines didácticos de carlosreynoso.com.ar/archivos/reynoso-criticalidad-auto-organizada.ppt

Ciertamente el cerebro humano ante la necesidad de enfrentarse a la gestión de conocimiento se debate entre la aleatoriedad y el orden, requiriendo de la obtención de condiciones de equilibrio; lo contrario llevaría a condiciones de disminución de la comprensión y por ende a altibajos en el alcance de las metas y pérdida de los logros alcanzados.

Manfred Kitzbichler en 2009, deduce que “Debido a estas características, la criticalidad auto-organizada es intuitivamente atractiva como modelo para las funciones cerebrales tales como la percepción y acción, debido a que nos permitirían cambiar rápidamente de estados mentales y responder a condiciones del entorno cambiantes” (Kitzbichler, 2009).

4. Resultados de la investigación

Los conceptos del pensamiento complejo han tenido sobradas aplicaciones hasta el presente. Un proceso que dio inicio a partir de la segunda mitad del siglo XX. Tales interpretaciones determinaron entre algunos otros modelos los relacionados con aquellos que

rigen a los sistemas caóticos. Sin embargo, esas acepciones no abordaron los conceptos de la criticalidad auto-organizada como modelo de ordenamiento a seguir en la gestión de conocimiento en las universidades y centros de I+D+I. ello a pesar que ambas teorías: pensamiento complejo y criticalidad auto-organizada mediante el modelo de la pila de arena tuvieron su auge en las dos últimas décadas del siglo pasado.

Se presentan a continuación los resultados (parciales) de la investigación desde las dos vertientes estudiadas:

4.1. La teoría del Caos como un modelo de ordenamiento crítico para la gestión de conocimiento en las universidades

Entre algunas de las condicionantes que determinan a la teoría del caos como un modelo de ordenamiento crítico para la gestión de conocimiento en las universidades se encuentran:

- Los resultados de la gestión del conocimiento en las universidades se convierten en una oportunidad para el cambio y progreso social. No hay avances evolutivos en la gestión de conocimiento si no hay creatividad (1ra ley del Caos).
- La gestión de conocimiento es un proceso que se presenta en las instituciones universitarias en medio de alcances y resultados impredecibles: pequeños logros por infructíferos que parezcan pueden servir para alcanzar grandes cambios (2da ley “*efecto mariposa*”).
- La evolución de la gestión de conocimiento se da mediante la interacción de grupos que están formados por individualidades que ponen en práctica sus capacidades intelectuales: científicas, tecnológicas y artísticas; generando así un todo en el cual se enmarcan los procesos cognitivos dentro de las universidades (3ra ley del Caos)
- Lo simple y lo complicado se complementan. La unidad y la diversidad son opciones válidas en la gestión de conocimiento y no es posible aislarlas una de la otra (4ta ley)
- El resultado de la gestión de conocimiento en las universidades y centros de I+D+I no siempre arroja resultados que responden a soluciones que arrojan fórmulas regulares preestablecidas. Si bien el orden del macro y del microcosmo responde a un orden geométrico en muchos casos la respuesta obtenida está basada en configuraciones de fractales. (5ta ley)
- La gestión de conocimiento en las universidades posee un desenvolvimiento no lineal. En algunos casos es el fruto de vaivenes, avances, retrocesos, ascensiones y declives, triunfos y fracasos. (6ta ley)
- Las instituciones de educación superior están sujetas a los cambios de percepción y transformaciones que originan las nuevas concepciones del mundo cultural, científico, tecnológico, artístico y humanístico determinadas por la teoría del caos. (7ma Ley del caos).

4.2. La criticalidad auto-organizada (CAO) como sistema de ordenamiento en la gestión de conocimiento en las universidades

Seguidamente se presentan algunos de los resultados de la investigación de gestión de conocimiento en las instituciones universitarias desde una singularidad en la que se aplican los

principios de la criticalidad auto-organizada para lo cual se deben cumplir algunas de las siguientes premisas:

- *Principio de auto-organización:*

En las universidades un grupo de individuos con intereses intelectuales afines se unen para realizar un trabajo en común en un tiempo y espacios definidos permitiendo así alcanzar metas en descubrimientos científicos, innovaciones tecnológicas o estudios humanísticos y artísticos. En la gestión de conocimiento de las universidades la auto-organización cumple con lo dicho por Ibañez en 2007, "...muchos grandes sistemas interactivos se auto-organizan y evolucionan espontáneamente hasta llegar a un estado crítico, en el cual un acontecimiento banal da inicio a una reacción en cadena capaz de afectar a un número cualquiera de subsistemas." (Ibañez, 2007).

- *El cambio y la resistencia al cambio en la gestión de conocimiento de las universidades:*

El cambio es un conjunto de decisiones, previsiones y acciones que se ejecutan siendo estas capaces de modificar la situación que impera en una organización. En un estado evolutivo ideal esta conceptualización podría adaptarse fehacientemente a las universidades, como instituciones dinámicas que están constituidas por ambientes altamente cambiantes. En las universidades la evolución de la gestión de conocimiento genera cambios, muchos de ellos con base en éxitos y fracasos. Algunos de los logros llegan a ser incrementales y otros, en el mejor de los casos, alcanzan a transformar por completo a la institución convirtiéndose en cambios disruptivos.

- *Principio de incertidumbre:*

El conocimiento en las instituciones universitarias es acumulativo, se desarrolla y aumenta, pero en mucho de los casos no se expande: no se socializa eficazmente; generando un efecto de encapsulamiento tipo reloj de arena y en tal caso bien podría generar incertidumbre. Morin en 1999 establece que "Es necesario aprender a navegar en un océano de incertidumbres a través de archipiélagos de certeza." (Morin, 1999:3). Los sistemas complejos que rigen a la gestión de conocimiento en las universidades navegan y se sumergen en ese océano.

- *La gestión de conocimiento en las universidades puede atravesar por estados de equilibrio y desequilibrio hasta alcanzar condiciones de metaestabilidad:*

La CAO podría ser uno de los sistemas de ordenamiento a aplicar en la producción de conocimiento y desarrollo del talento humano de las universidades; en lo que concierne a la preparación y desarrollo de su cuerpo docente (incluyendo a personal administrativo y por qué no también al personal obrero, en aras de democratizar la capacitación de todos los actores de la institución) sin "rebosar" este nivel de superación sino elevándolo cada vez más y encaminándolo hacia el alumnado y hacia las comunidades para que se beneficien intelectualmente mediante programas de formación alternos de tales logros.

- *El orden y el caos determinan la gestión de conocimiento en las universidades:*

La gestión de conocimiento evoluciona en medio de condiciones de orden, conllevando a logros planificados y esperados con antelación. Sin embargo, este ordenamiento puede coexistir con otro modelo que es la evolución con alcances inesperados que generan el descontrol conllevando a la gestión de conocimientos a fluctuar entre el orden planificado a situaciones aleatorias que desembocan en el caos.

5. Conclusiones

El conocimiento es el conjunto de habilidades y cogniciones que poseen los individuos como sujetos sociales y está determinado por distintos modelos de ordenamiento.

Los sistemas de ordenamiento que han sido estudiados, en la presente investigación, bajo la acepción de dinámicas complejas mediante dos tipologías diferentes pero interconectadas entre sí: la teoría del caos, desentrañada por los conceptos de las ciencias de la complejidad y la criticalidad auto-organizada. Ambas interpretaciones heurísticas provenientes de las ciencias exactas han ido siendo asumidas, cada vez con mayor énfasis, en las ciencias sociales y en lo que concierne a la gestión de conocimiento en las universidades se ha propuesto la pertinencia de adoptar estos principios, en virtud de que las instituciones de enseñanza universitaria son las organizaciones donde se desarrolla la mayor cantidad de conocimiento.

Al igual que en el orden natural del universo, donde en ocasiones se producen rupturas y reacomodos como por ejemplo las avalanchas y los terremotos, en las organizaciones también existe una propensión al colapso. Cuando en las organizaciones se presenta esta condición de colapso o “rebosamiento” y no es controlado a tiempo se genera el caos.

En la criticalidad auto-organizada los componentes de un sistema se posicionan espontáneamente hasta alcanzar un punto crítico entre el orden y la aleatoriedad. La criticalidad auto-organizada (CAO) es un concepto meramente teórico que sustenta la teoría de organización de los sistemas dinámicos y los sistemas complejos. Ha tenido aplicación en distintos campos del conocimiento humano como son: la física, biología, filosofía, arquitectura, robótica, informática, ingeniería, ecología, y otras donde la Ciencia de la Complejidad debe dar respuestas asertivas a los problemas de evolución, equilibrio, inestabilidad y caos.

En cuanto a la gestión de conocimiento las universidades son organizaciones complejas y buscan alcanzar cada día mayores índices en la obtención y divulgación de conocimientos científicos, tecnológicos y artísticos. Este proceso cuando no se gerencia acertadamente puede llevar al fracaso en la misión de la institución y –de no modificar el rumbo– ocasionar un desequilibrio en cuanto a las metas que conciernen en reconvertir los resultados de las investigaciones e innovaciones en progreso social.

Las universidades requieren generar conocimientos mediante reglas claras y precisas. Las teorías de la complejidad y la del caos logran aportar los principios que conducen a desarrollar la gestión de conocimiento a logros tangibles. En este caso en particular las siete leyes del Caos poseen una clara interpretación de los pasos que permitirían lograr las metas esperadas en cuanto a generación y difusión de conocimientos se refiere.

Bibliografía

- BAK, P.; TANG, Ch y WIESENFELD, K. (1987). *How nature Works*. The science of Self-Organized Criticality. Springer science, New york
- BRIGGS, J. y PEAT, D. (1999). *Las siete leyes del caos. Las ventajas de una vida caótica*. Grijalbo. Barcelona.
- CAPARRINI, F. (2013). *Sistemas complejos*. Recuperado el 16/enero/2016 de <http://www.cs.us.es/~fsancho/?p=sistemas-complejos-2>
- COMFORT, L. (1994). *Auto-organización en sistemas complejos*. Recuperado el 22/03/2016 de <http://www.desenredando.org/public/libros/1996/dma/html/7cap8.htm>

IBAÑEZ, J. (2007). Física de fractales, geosfera, edafosfera y biosfera. La criticalidad auto-organizada. Recuperado el 23/03/2016 de <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2007/09/04/73283>

KITZBICHLER, M., SMITH, M., CHRISTENSEN, S., BULLMORE, E. (2009). *Broadband Criticality of Human Brain Network Synchronization*. *PLoS Comput Biol* 5(3): e1000314. doi:10.1371/journal.pcbi.1000314
Recuperado de http://www.science20.com/news_releases/our_brains_exist_edge_chaos el 14/febrero/2016.

LIZCANO, J.- [compilador] (2014). *Las teorías del caos y los sistemas complejos: Proyecciones físicas, biológicas, sociales y económicas*. Recuperado de: <http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan%C2%BA7/Seminario%20Teor%C3%ADa%20del%20Caos%201.pdf> el 29/enero/2016.

MANDELBROT, B. (1982). *La geometría fractal de la naturaleza*. Tusquets editores. Barcelona.

MARTÍNEZ, M. (2011). Paradigmas emergentes y ciencias de la complejidad. En *Revista Opción*, No 67, pp.47-80. ULA – Mérida.

MORIELLO, S. (2013). *Sistemas complejos, caos y vida artificial*. Recuperado el 16/enero/2016 de http://www.pensamientocomplejo.com.ar/docs/files/Moriello_Sistemas%20Complejos.pdf

MORIN, E. (1990). *Introducción al pensamiento complejo*. Editorial Gedisa. Barcelona.

_____ (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. UNESCO. París.

NONAKA, I y TAKEUCHI, H. (1995). *The knowledge-creating company*. Oxford University Press, Nueva York

PEROZO, N. (2011). *Modelado multiagente para sistemas emergentes y auto-organizados*. Tesis doctoral (no publicada). Universidad de Los Andes y Universite Paul Sabatier. Mérida.

RAMÍREZ, S. y MIRAMONTES, O. et al. (1999). *Perspectivas de las teorías de sistemas*. Siglo XXI editores. México. Recuperado de <http://scifunam.fisica.unam.mx/mir/mundo.html> el 21/03/2016.

REYNOSO, C. (S/F). *Criticalidad auto-organizada*. Recuperado de carlosreynoso.com.ar/archivos/reynoso-criticalidad-auto-organizada.ppt el 24/enero/2016. Universidad de Buenos Aires.

SAMETBAND, M. (1994). *Entre el orden y el caos. La complejidad*. Fondo de cultura económica. Buenos Aires.

TANG, Ch. BAK, P y WIESENFELD, K. (1987). Self-Organized Criticality: an Explanation of 1/f noise en: *Physical Review Letters*, vol. 59, pp 381-384; recuperado el 12/diciembre/2016 de [Doi:10.1103 / PhysRevLett.59.381](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.59.381)