UNIVERSIDAD DEL ROSARIO

Identificación de las relaciones reales y posibles entre la administración basada en modelos, la ciencia computacional de la organización y la ingeniería emergente en el contexto de la gestión organizacional

Trabajo de Grado

Juan Camilo Rivera Rodríguez

Bogotá D.C.

2016

UNIVERSIDAD DEL ROSARIO

Identificación de las relaciones reales y posibles entre la administración basada en modelos, la ciencia computacional de la organización y la ingeniería emergente en el contexto de la gestión organizacional

Trabajo de Grado

Juan Camilo Rivera Rodríguez

Tutor: Nelson Alfonso Gómez Cruz

Administración de Negocios Internacionales

Bogotá D.C.

2016

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios que me permitió desarrollarme como profesional, para poder afrontar todos los retos que se me presentaron con constancia y dedicación. Al maestro Nelson Gómez porque me permitió participar en su proyecto de las ciencias de la complejidad, que a su vez me apoyo incondicionalmente y me guio con paciencia y cariño hasta el final de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO 6

RESUMEN 7

ABSTRACT 8

1. INTRODUCCIÓN 9

1.1 Planteamiento del problema 11

1.2 Justificación 12

1.3 Objetivos 12

1.3.1 Objetivo general 12

1.3.2 Objetivos específicos 13

1.4 Alcance y vinculación con el proyecto del profesor 13

2. LA RELACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y LAS ORGANIZACIONES 14

2.1 Fundamentación teórica 14

2.1.1 Administración basada en modelos 14

2.1.2 Ciencia computacional de la organización 18

2.1.3 Ingeniería emergente 20

2.2 La toma de decisiones 23

2.3 Anticipando un método para apoyar la toma de decisiones 25

2.3.1 La generación de conocimiento 27

2.3.2 Los comportamientos de un sistema 28

2.3.3 El diseño de un sistema 29

3. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO 31

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 34

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. La representación de un sector como una red, el campo de visión y la relación de sus componentes. 10
Figura 2. Un sistema que cambia de forma, desconociendo que generó el cambio. 15
Figura 3. Un sistema que cambia de forma, representando el movimiento de componentes para explicar el cambio. 16
Figura 4. Diseño estructural según la Ingeniería Clásica. 21
Figura 5. Diseño estructural según la Ingeniería Emergente. 22

GLOSARIO

Administración basada en modelos: Campo que estudia el uso y el papel de los modelos en el contexto de la administración, para determinar el impacto que tienen sobre los procesos y resultados organizacionales (Schwaninger, 2010).

Ciencia computacional de la organización: Campo que permite entender la organización como una forma de modelos computacionales o matemáticos para expresarla en un modelo computacional (Frantz, Carley, & Wallace, 2013).

Ingeniería emergente: Campo que estudia una nueva forma de pensar en el diseño y creación de sistemas que no puede ser definido inicialmente, sino que surge de las interacciones de los componentes y que involucra la ingeniería, la computación y las comunicaciones en una nueva ciencia del diseño de sistemas complejos (Ulieru & Doursat, 2010).

Modelo: Representación de un sistema que comprende a los componentes, entorno y las interacciones entre estos (Gómez, 2016).

Sector estratégico: Conjunto de organizaciones relacionadas entre sí por la búsqueda de un mismo objetivo.

Simulación: Representación de un sistema para reproducir partes, comportamientos o procesos al representar sus interacciones mediante modelos computacionales (Gómez, 2016).

Simulación organizacional: Representación de un sistema organizacional para determinar cómo se comportará, bajo ciertas condiciones, a través del tiempo y así obtener información para investigación del mismo (Gómez, 2016).

Sistema complejo: Sistema compuesto por agentes que interactúan con su entorno y entre sí no linealmente, generando estructuras, funciones y comportamientos en el tiempo (Gómez, 2016).

RESUMEN

Las teorías administrativas se han basado, casi sin excepción, en los fundamentos y los modelos de la ciencia clásica (particularmente, en los modelos de la física newtoniana). Sin embargo, las organizaciones actualmente se enfrentan a un mundo globalizado, plagado de información (y no necesariamente conocimiento), hiperconectado, dinámico y cargado de incertidumbre, por lo que muchas de las teorías pueden mostrar limitaciones para las organizaciones. Y quizá no por la estructura, la lógica o el alcance de las mismas, sino por la falta de criterios que justifiquen su aplicación. En muchos casos, las organizaciones siguen utilizando la intuición, las suposiciones y las verdades a medias en la toma de decisiones. Este panorama pone de manifiesto dos hechos: de un lado, la necesidad de buscar un método que permita comprender las situaciones de cada organización para apoyar la toma de decisiones. De otro lado, la necesidad de potenciar la intuición con modelos y técnicas no tradicionales (usualmente provenientes o inspiradas por la ingeniería).

Este trabajo busca anticipar los pilares de un posible método que permita apoyar la toma de decisiones por medio de la simulación de modelos computacionales, utilizando las posibles interacciones entre: la administración basada en modelos, la ciencia computacional de la organización y la ingeniería emergente.

Palabras clave

Administración basada en modelos, riesgo empresarial, toma de decisiones, sistemas sociales, simulación, ingeniería emergente, ciencia computacional de la organización, ingeniería emergente.

ABSTRACT

Administrative theories have been based, almost unexceptionally, on the bases and models of classic science (particularly on Newtonian physic models). However, organizations actually are facing a globalized world, filled with information (not necessarily knowledge), hyperlinked, dynamic and loaded of uncertainty, which may lead to limitation of theories. This perhaps won't be caused by the structure, logic or the reach of the theories, but for the lack of judgement that justify their use. In many cases, organizations rely on intuition, assumptions and half-truths in decision making processes. This scenario highlights two facts: On one side, the need to find a method to understand the situations of organizations to support decision-making. On the other side, the need to enhance models and non-traditional techniques (usually from or inspired by engineering).

The work that this paper seeks to anticipate the pillars for a possible method that support decision-making through simulation of computational models, using the possible interactions between model-based management, computational organizational theory and emergent engineering.

Keywords

Model-based management, organizational risk, decision-making, social systems, simulation, emergent engineering, computational organizational theory, emergent engineering.

1. INTRODUCCIÓN

En un escenario dado, puede existir un sector compuesto por organizaciones y clientes. Las organizaciones responden a una necesidad de los clientes, mientras que los clientes buscan su mejor beneficio. Una empresa debe ser competitiva para mantenerse en el sector, de lo contrario puede quedarse sin clientes y quebrarse. Por tanto, las organizaciones adoptan estrategias que consideran adecuadas para lograr ser competitivas, aunque existe un riesgo de que esta estrategia no traiga los resultados esperados. Cada vez, la toma de decisiones en las organizaciones se vuelve más compleja, debido a la cantidad de variables que deben considerarse en un escenario y la forma en que puedan responder los agentes del sistema organizacional ante la decisión. Por ello, el riesgo de obtener malos resultados organizacionales aumenta cada vez más.

Los problemas que enfrenta cualquier sector, evolucionan a medida que las organizaciones se vuelven más complejas. La tecnología puede beneficiar una organización, pero también puede hacerla más compleja, por ejemplo: debido a las nuevas interacciones que surgen entre humanos y maquinas o la dificultad de instruir a los agentes a usar nueva tecnología, entre otros. Una organización más compleja, definida porque sus componentes se relacionan entre sí generando un comportamiento global más allá de sus propios comportamientos, es una organización expuesta a la incertidumbre. La incertidumbre, a diferencia del riesgo organizacional, expone a una organización a un entorno cambiante y por tanto no puede predecir qué ocurrirá con sus componentes internos o externos.

En un sector, las organizaciones se relacionan buscando el mismo objetivo, pero cada organización tiene una visión limitada de su entorno. Esto quiere decir que, una organización puede monitorear lo que ocurre a su alrededor, pero su campo de visión es limitado sobre el resto del sector. Por ello, las organizaciones pueden relacionarse entre sí con otras en el sector, para obtener información suficiente que les permita un mejor campo de visión del sector. Las relaciones se caracterizan porque permiten que ellos: interactúen, se comuniquen, aprendan e incluso sean interdependientes. Un componente puede estar aislado, pero necesita interactuar para contribuir al sistema. Por lo que, si un componente no aporta al sistema, puede ser innecesario. Un sector es representado en la Figura 1.

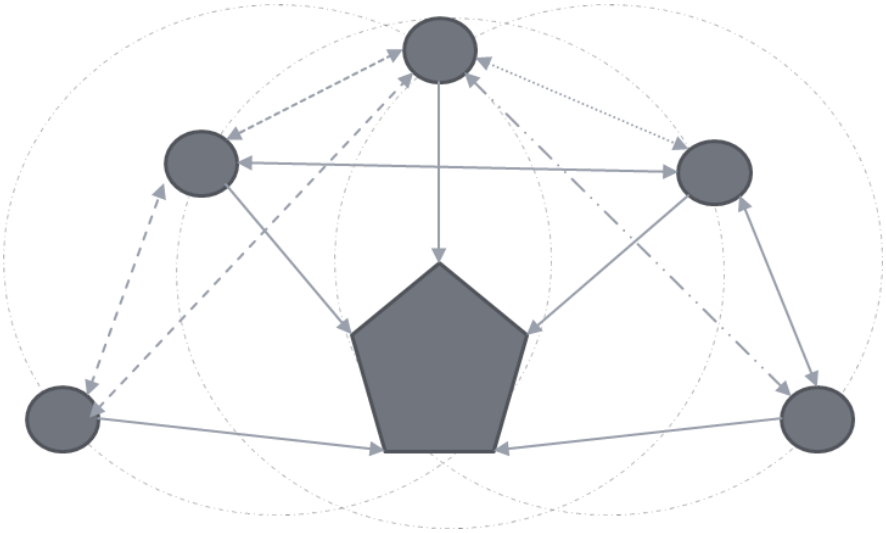

Figura 1. La representación de un sector como una red, el campo de visión y la relación de sus componentes.

Fuente: Elaboración propia

Cuando una organización logra resultados deseados en un sector, esta es recompensada mediante dinero, reconocimiento, liderazgo o algún otro incentivo. Los incentivos pueden llamar la atención de otras organizaciones, por lo que puede aumentar el tamaño del sector, o la red en cualquier momento. A medida que una red aumente su tamaño, aumentará el nivel de sofisticación, refinamiento, tecnología, nuevos procesos, nuevos desarrollos, lo que significa que cada vez habrá un mayor nivel de complejidad organizacional en este sector organizacional.

Las organizaciones están compuestas por agentes. Los seres humanos y las maquinas son algunos de los agentes más importantes dentro de las organizaciones (Carley, 2002). Los seres humanos tienen la capacidad para comunicar, interactuar y aprender entre sí (Carley). Cada uno de ellos se comporta de una manera única porque cada ser humano es diferente, por lo cual surge en la organización una complejidad debido al comportamiento que estos generan al relacionarse entre sí dentro de la organización.

Para desarrollar la propuesta se establecieron cinco secciones en este artículo. La sección uno habla de la administración basada en modelos y cómo estos aportan conocimiento a las organizaciones. La sección dos presenta la ciencia computacional de la organización la cual simplifica una organización para expresarla en términos de modelos computacionales, permitiendo el análisis a través de simulaciones. La sección tres presenta la ingeniería emergente, una propuesta para diseñar y construir sistemas complejos con el cual sea posible para manejar la información

obtenida de las simulaciones. La sección cuatro relaciona los campos presentados, proponiendo el uso conjunto de los temas para anticipar los pilares de un posible método que permita asistir, medir, representar y evaluar los resultados que pueda tener una organización a pesar del riesgo y la incertidumbre organizacional. Por último, la sección cinco presenta las conclusiones y el posible trabajo futuro de este trabajo.

1.1 Planteamiento del problema

La complejidad es una preocupación para los encargados de la toma de decisiones (Schwaninger, 2010), ya que representa el riesgo de cara a los resultados de la organización. Tomar una decisión trae consigo una probabilidad de generar un resultado no deseado para la organización, debido a que las cosas pueden no salir como se esperan. Este riesgo no puede ser disminuido en su totalidad, pues variables como el entorno o los comportamientos, entre otras, influyen en los resultados de una organización. Por tanto, alcanzar resultados organizacionales deseados usando un método universal es, actualmente, difícil.

Las teorías organizacionales que avalan métodos y herramientas para lograr buenos resultados como: el seis sigma, planeación por escenarios, balance scorecard, benchmarking, no siempre generan el mismo resultado en cualquier organización. Los métodos de las teorías actuales deben tomarse como guía, pero no como herramientas para el éxito. Esta limitación se debe a que cada organización es única, por eso no existe un método universal que garantice el éxito. Para encontrar un método aplicable a cualquier organización, debe comprenderse el entorno, la organización, los componentes de la organización y las relaciones que existen

Comprender las organizaciones es, actualmente, una tarea difícil. Esto se debe a que, al examinar una organización o realizar experimentos en ella, los agentes humanos pueden sentirse observados, cambiando sus hábitos y comportamiento (Carley, 2002) y alterando el comportamiento global de la organización. Por ello se busca un método que permita apoyar la toma de decisiones de una manera eficiente, eficaz, certera, que se apoye en información real y

pueda ser usado en cualquier momento, disminuyendo el riesgo y la incertidumbre que enfrentan las organizaciones.

1.2 Justificación

El comportamiento de los sistemas organizacionales es dinámico. La manera que un comportamiento surge es mediante las relaciones entre agentes del sistema organizacional y actualmente no hay una forma precisa de predecir el comportamiento de este. Debido a lo anterior, el concepto de desarrollar un método que permita comprender el sistema organizacional, representarlo, explicarlo, experimentar con él y predecir resultados es de gran interés para las organizaciones. Por ello, el objetivo de este texto es exponer los conceptos de la administración basada en modelos, la ciencia computacional de la organización y la ingeniería emergente para establecer si sus interacciones permiten anticipar los pilares de este posible método. Este método permitiría tomar decisiones con resultados deseados, en cualquier sistema organizacional, con certeza sobre los resultados gracias a las interacciones de los temas que consideran la complejidad en los sistemas. La posibilidad de encontrar nuevos métodos para disminuir el riesgo organizacional se encuentra dentro de la línea de investigación de la Escuela de Administración en sus líneas de gestión de riesgo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Identificar las interacciones reales y posibles entre los campos de la Administración Basada en Modelos, la Ciencia Computacional de la Organización y la Ingeniería Emergente.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar el contexto actual de la toma de decisiones organizacionales.
- Exponer, con base en la literatura, las interacciones actuales (si existen) entre la Administración Basada en Modelos, la Ciencia Computacional de la Organización y la Ingeniería Emergente.
- Determinar el papel de la información y los comportamientos en la elaboración y uso de modelos empresariales.
- Establecer, a partir de los campos estudiados, los pilares eventuales para la consolidación de un posible método que permita apoyar la toma de decisiones organizacionales.

1.4 Alcance y vinculación con el proyecto del profesor

Una aproximación a la realidad compleja de las organizaciones permitirá comprender mejor su comportamiento en entornos complejos. La complejidad de los sistemas organizacionales se presenta en distintos niveles: el nivel intra organizacional, organizacional y extra organizacional.

El proyecto hará una aproximación al estado situacional de las organizaciones, cómo estas se encuentran al momento de tomar decisiones. Dicho de otro modo, se trata de un esfuerzo por desvelar el papel fundamental que juega la información en la toma de decisiones dentro de las organizaciones, a la vez que busca entrever la forma como el enfoque basado en modelos que emplea la ingeniería hace posible una actitud más operativa por parte de los tomadores de decisión, supuesto un entorno interconectado y cargado de incertidumbre como el actual. El proyecto busca aportar a las organizaciones la posibilidad de tomar decisiones mejor informadas y responder oportuna y adecuadamente a las dinámicas del entorno organizacional, permitiendo comprender el rol de la información en su manejo y perdurabilidad organizacional.

2. LA RELACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y LAS ORGANIZACIONES

2.1 Fundamentación teórica

2.1.1 Administración basada en modelos

La administración basada en modelos es un tema propuesto por Markus Schwaninger, PhD de la Universidad de St. Gallen, que busca introducir las ventajas del uso de modelos dentro de las organizaciones. De acuerdo con Schwaninger (2010), los modelos son la representación de un sistema real (incluyendo las organizaciones). El uso de modelos permite "mejorar la inteligencia, adaptabilidad y viabilidad de las organizaciones de cualquier tipo" (Schwaninger, 2010, p. 1419). Schwaninger (2010) define la administración como el diseño, método de control y el desarrollo de un sistema social. Al ser un sistema social, sus componentes son sensibles al entorno, por lo que generan comportamientos dinámicos, no lineales. Estos desarrollan una complejidad organizacional, la cual obstaculiza la toma de decisiones (Schwaninger).

La administración basada en modelos habilita el análisis y solución de problemas en las organizaciones con conciencia y eficiencia (Schwaninger, 2010), utilizando los modelos como herramientas para pensar (Pidd, citado en Schwaninger, 2010). Los modelos universales y generalizados no existen, por lo que constantemente deben actualizarse para que cumplan su propósito (Schwaninger).

Los modelos permiten: representar una situación para hacerla comprensible, explicar porque un sistema se comporta de la manera que lo hace y comprender la estructura del sistema que representan (Schwaninger, 2010). Un beneficio de los modelos es que permiten experimentos en la mente o en los computadores, por lo que se requieren menos recursos como dinero y tiempo que los experimentos realizados en el mundo real (Schwaninger).

Los modelos permiten expresar, además de la organización y sus componentes, el entorno y las interacciones dentro de este. Cada vez hay más complejidad en los sistemas, y el comportamiento que generan dentro del entorno no es preciso ni lineal (Forrester, 1971). La

descripción, explicación, diseño, decisión y cambio de la organización son funciones que pueden ser expresadas mediante modelos (Schwaninger, 2010), permitiendo análisis más profundos de cualquier tema. Existen varias clases de modelos como: los formales y los informales. Los primeros se caracterizan por ser cuantitativos y los segundos son cualitativos.

El uso de modelos permite representar un sistema aproximándose fielmente a la realidad (Epstein, 2008), cuando estos incluyen las interacciones entre sus componentes (Schwaninger, 2010). Gracias a lo anterior, los responsables de tomar decisiones pueden predecir los efectos que traería una decisión en situaciones específicas, utilizando modelos que contengan dichas interacciones. Actualmente las decisiones pueden ser motivadas por la historia, impulsos, sentimentalismos o la teoría administrativa.

El entendimiento del entorno y de los componentes no es absoluto, por lo que siempre se está en búsqueda de información que permita tomar decisiones (Schwaninger, 2010). Actualmente no existe un método para tomar decisiones sin riesgo. Por lo tanto, la presión en los gerentes ha venido en aumento ante esta búsqueda de información valiosa, la cual puede provenir de dos fuentes: las teorías científicas y el enfoque ingenieril (Schwaninger).

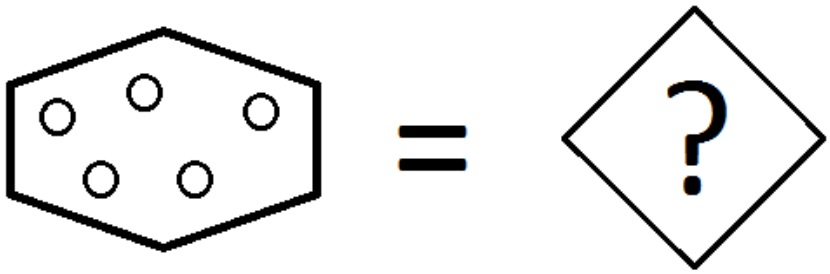

Figura 2. Un sistema que cambia de forma, desconociendo que generó el cambio.

Fuente: Elaboración propia

La Figura 2 representa una situación que es habitual en organizaciones, donde se generan resultados y no se sabe con certeza que es lo que genera dichos resultados. Por lo que se propone el uso de modelos, para representar la situación y sus interacciones. Permitiendo tener una aproximación de los resultados. La figura 3 representa esta situación.

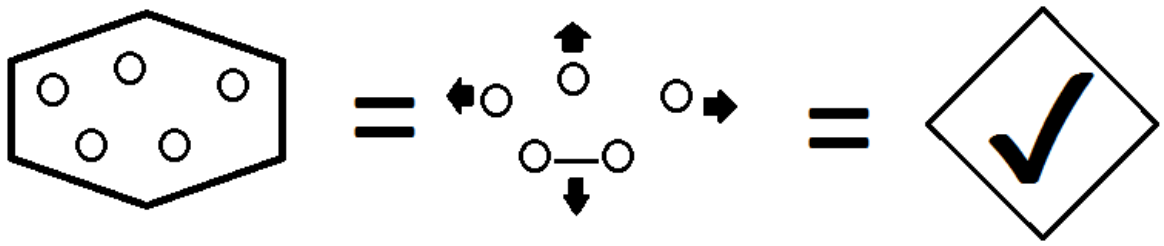

Figura 3. Un sistema que cambia de forma, representando el movimiento de componentes para explicar el cambio.

Fuente: Elaboración propia.

Los modelos ingenieriles aportan el concepto de conocimiento práctico para la administración (McCarthy, 2010), permitiendo implementar soluciones a problemas concretos en lugar de neutrales teorías con resultados variables (Goldman, 2004). Por ello, usar enfoques ingenieriles es una alternativa para buscar soluciones en las organizaciones.

Camilo Olaya, PhD e ingeniero, propone a la ABM usar el conocimiento práctico para obtener una mejor percepción de las organizaciones, mediante el uso de los modelos ingenieriles. El conocimiento práctico permite resolver situaciones específicas en contextos específicos, anticipando resultados deseados (Olaya, 2012). Las organizaciones se pueden beneficiar del conocimiento práctico para solucionar problemas específicos en ambientes desconocidos, basándose en lo que ha funcionado en el pasado (Hansson, 2009).

De acuerdo con Olaya (2012) la administración es una ciencia basada en conocimiento científico, por lo que es: Universal, amplia, generalizada, no cuenta con respuestas a situaciones concretas y está basada en la observación como fuente de conocimiento. En contraste, la ingeniería es: concreta, orientada a metas, incierta, temporal, usa información práctica orientada a resultados, lo que genera resultados deseados (Olaya, 2012).

Según Olaya (2012) el conocimiento de la administración se fundamenta empíricamente, pues sus teorías han sido obtenidas mediante la observación. Las teorías son realmente una afirmación de que causa qué y por qué (Carlile, Christensen, & Sundahl, 2003). Por tanto, las estrategias basadas en teorías, buscan que el fenómeno observado se repita, para enfocar una organización a ese resultado. Sin embargo, los resultados obtenidos pueden variar dependiendo de la organización y su entorno.

Como las teorías no pueden ofrecer un resultado igual en todas las organizaciones, se debe buscar métodos alternos para apoyar la toma de decisiones en una organización. La ingeniería comparte características de los modelos, como la temporalidad y la orientación a situaciones específicas. Por lo que herramientas ingenieriles pueden aportar a los modelos, como lo es la heurística. Esta es un método de la ingeniería donde se usa su criterio para decidir (Olaya, 2012). Esta, a diferencia de la administración, no utiliza enfoques científicos para tomar decisiones, sino que usa el conocimiento práctico para tomar decisiones en entornos de incertidumbre (Hansson, 2009).

La administración basada en modelos, se puede beneficiar del uso de la heurística. Un modelo representativo de un sistema, puede realizar experimentos en el sistema (Schwaninger, 2010) a través del método de prueba y error (Olaya, 2012). Este método propone generar información con el resultado obtenido de un modelo, acumular dicha información para consultarla posteriormente (Floridi, 2011; Ziman, 2000). Una acumulación de información es una fuente de conocimiento heurístico, por lo cual esta información, aplicada en un modelo, pronosticará realidades organizacionales. (Olaya)

Por tanto, la ABM busca desarrollar modelos que creen realidades organizacionales, pero estas requieren de mucha exactitud. Una realidad organizacional permitirá experimentar y evaluar cualquier aspecto de la organización. La validez de un modelo se resume a que este se cumpla y su calidad se define por la precisión con la que representa el sistema y se asemeja a la realidad (Schwaninger, 2010).

Utilizar la ABM con el aporte de la heurística, permite generar a futuro modelos que anticipen realidades organizacionales (Schwaninger, 2010). Cuando un modelo es válido, genera información. Esta información utilizada en situaciones concretas, puede convertirse en conocimiento práctico. Los encargados de tomar decisiones pueden desarrollar modelos cuando se presente un problema específico, para obtener una mejor comprensión de la situación y experimentar con el modelo para buscar soluciones. Si la experimentación del modelo determina un posible resultado deseado para esa situación, el concepto de conocimiento práctico permite apoyar la toma de esa decisión. De esta manera el riesgo se puede disminuir, al anticipar los efectos de una decisión.

Una estrategia organizacional es un modelo que guía a todos los componentes de una organización, para que estos tomen un rumbo deseado y permitan alcanzar los objetivos de la organización. Como cada estrategia de una organización es un modelo, las organizaciones compiten entre sí mediante modelos (Schwaninger, 2010), y el mejor liderará el sector.

2.1.2 Ciencia computacional de la organización

Las organizaciones son sistemas socio-técnicos, por lo cual son complejas, computacionales y adaptables (Carley & Gasser, 1999). Un sistema socio-técnico se compone de agentes con diferentes capacidades para interactuar, por lo cual generan un comportamiento determinado dentro de la organización (Carley, 2002). Los comportamientos dentro de las organizaciones se generan por dos tipos de agentes: el agente humano y el agente tecnológico (Carley).

Los humanos y la tecnología tienen la capacidad de: aprender, comunicarse, adaptarse, intercambiar y procesar información entre sí (Carley, 2002). Estas interacciones generan comportamientos diferentes dentro de la organización (Frantz et al., 2013). Estos pueden ser dinámicos o constantes. El agente tecnológico tiene un comportamiento constante, pues se comporta como fue programado para hacerlo. Mientras el agente humano tiene un comportamiento dinámico, pues sus interacciones con otros agentes generan su comportamiento (Carley). Como el comportamiento es complejo y difícil de estudiar, es difícil de predecir (Frantz et al.).

Según Carley (2002), una organización puede ser compleja, dinámica, adaptable al entorno, generar conocimiento, procesar y transmitir información si sus componentes también poseen estas mismas características. Este proceso es conocido como adaptación sintética (Carley, 2002). Si una organización adquiere estas características de sus componentes, esta generará un comportamiento irregular en el entorno en que se encuentre (Frantz et al., 2013).

El modelamiento es un proceso que permite crear realidades empresariales (Schwaninger, 2010). La ciencia computacional de la organización es un tema que permite expresar las

organizaciones en forma de modelos computacionales. El tema precisa el uso de modelos multiagentes para modelar las organizaciones, los cuales permiten: predecir, entender e interpretar comportamientos (Carley, 2002). Los modelos multiagentes permiten capturar el comportamiento de varios agentes simultáneamente (Carley).

Los modelos multiagentes están compuestos por los componentes de la organización, lo que le permite desarrollar una aproximación muy cercana a la realidad, convirtiéndose en herramientas poderosas para análisis organizacional y para la concepción de teorías (Carley, 2002).

Los comportamientos humanos se pueden reducir a fórmulas matemáticas y lógicas para expresarse mediante modelos (Frantz et al., 2013). Modelar una organización mediante un modelo computacional, permite simularla en computadores para realizar experimentos virtualmente (Frantz et al.). La experimentación permite dimensionar los efectos que tendrá una decisión en una organización, al comparar los resultados con información obtenida empíricamente (Frantz et al.)

La simulación de sistemas socio-técnicos permite beneficiar el entendimiento de las organizaciones en el ámbito teórico y práctico. Se puede establecer cuál es beneficio que trae la aplicación de una teoría en una organización, al simular la teoría en un modelo virtual de la organización y observar los resultados que traiga en el modelo. Igualmente, las teorías pueden ser expresada mediante modelos, pues estos son herramientas que permiten su representación de manera que un sistema computacional lo pueda entender y expresar. (Nersessian, 1992).

Las organizaciones se pueden relacionar con su entorno, así como renovar sus procesos a medida que su comportamiento se lo permita (Frantz et al., 2013). Por lo anterior, las simulaciones permiten establecer los alcances de nuevas estrategias y como estas afectan una organización de una manera determinada (Frantz et al.), así como cuales procesos se verán afectados. Los alcances de simular teorías, permiten a las organizaciones la generación de conocimiento (Frantz et al.).

Los beneficios que se obtienen de la simulación dentro de las organizaciones pueden ser ilustrados igualmente con el modelo Garbage Can. Su utilización permite, desde medir simples comportamientos, hasta apoyar la toma de decisiones complejas en una organización donde no hay orden ni certeza (Cohen, March, & Olsen, 1972). Otros ejemplos de modelos que existen son: OrgAhead (Lee & Carley, 2004) y CONTRUCT-O (Carley, 2002). Este último modelo permite generar información para tomar decisiones. El modelo representa la estructura social y cultural de

una organización que logró simular interacciones entre los miembros de la misma y cómo estos procesan y reciben la información. Igualmente, cómo se adaptan a través del tiempo ante la tecnología y la demografía que existe en la organización (Carley).

Estos modelos son un ejemplo, entre otros modelos que existen, de cómo su simulación genera conocimiento para la organización. Esta simulación es realizada miles de veces. Por tanto, la información generada por el modelo puede generar una tendencia, lo que permite evaluar los efectos al anticipar lo que ocurrirá en el mundo real (Carley, 2002). Esta información permite asistir el diseño de estrategias mediante el conocimiento obtenido (Frantz et al., 2013). De manera que una simulación permite medir la efectividad de políticas o estrategias de una organización, generando conocimiento y es una herramienta que apoya la toma de decisiones (Carley).

La simulación es una herramienta organizacional, puede usarse proactivamente en las organizaciones al igual que reactivamente. Es decir, pueden considerarse escenarios mediante modelos para ver qué sucederá en una organización, así como pueden representarse escenarios para explicar que sucedió en la organización. Debe ser considerada como la herramienta que apoye la elección de una estrategia, utilizándose constantemente en las organizaciones. El apoyo en el diseño y adaptación es un beneficio que trae la evaluación de teorías (Frantz et al., 2013). Por lo que su uso continuo, permitirá disminuir el riesgo que trae tomar una decisión frente a los resultados de la organización.

2.1.3 Ingeniería emergente

El desarrollo que han tenido hoy en día las comunicaciones, está cambiando la forma en que los sistemas operan. Un sistema puede tener sus operaciones en un lugar determinado y controlar su progreso a distancia a través de internet en otro lugar (Ulieru & Doursat, 2010). Este fenómeno lo define Ulrich & Dorset (2010) como eNetwork. Los eNetworks interactúan entre ellos lo que les permite colaborarse entre sí, a esta colaboración se le denomina CPE (Ulieru & Doursat).

A medida que los CPE se desarrollan, según CPS (2008) generan niveles de complejidad que van más allá de las disciplinas que conforman sus componentes. La ingeniería emergente es un método para diseñar y construir estructuras complejas, pensado principalmente para los sistemas complejos. La IE contiene temas de: la biología, la matemática, las comunicaciones, la ingeniería y las redes (Ulieru & Doursat, 2010).

Un CPE se compone de interacciones, las que generan un comportamiento global que puede influenciar a sus componentes individuales (Ulieru & Doursat, 2010). No existe un método de diseño que permita estructurar a los CPE, pues aún se están desarrollando. El método de diseño actual no está preparado para enfrentar el reto de diseñar un sistema que aún está en desarrollo (Ulieru & Doursat). El diseño más común que utiliza la ingeniería es crear una estructura a la que sus componentes se deben adaptar (Carreras, Miorandi, Saint-Paul, & Chlamtac, 2010). Los CPE al adaptarse a un diseño se limitan, por lo que actualmente no están aprovechando al máximo su eficiencia. En la figura 3 se muestra cómo está planteado el diseño de un sistema en la actualidad.

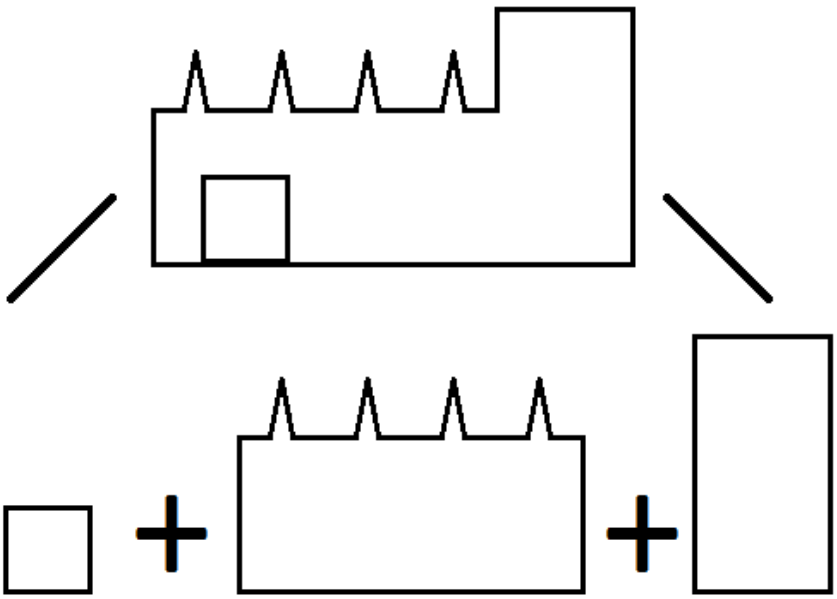

Figura 4. Diseño estructural según la Ingeniería Clásica.

Fuente: Elaboración propia

En el diseño organizacional actual, la estructura de la organización y sus componentes existen desde el comienzo (Carreras et al., 2010). Por lo cual se establece una jerarquía que todo el sistema debe respetar para lograr los objetivos propuestos para el sistema, con la posibilidad de realizar ajustes correctivos para que todo funcione según lo planeado.

La IE propone diseñar un sistema de una manera diferente, cambiando el paradigma de diseño actual (Ulieru & Doursat, 2010). El diseño propuesto por la IE, es crear una estructura que comunique entre sí a los componentes del sistema. Una estructura simple de componentes no complejos comunicados entre sí, la cual es más robusta que cualquier otro diseño (EE, 2002), pues le permite evolucionar con su entorno (Carreras, Miorandi, & Chlamtac, 2007). Esto le permite a un sistema convertirse en un sistema complejo adaptable, donde las relaciones y los patrones moldean el sistema con el fin de obtener los resultados deseados (Levin, 2003).

De este modo, las interacciones generarán un comportamiento global, el cual hará surgir de allí las necesidades de la estructura. La idea es que la estructura se diseñe para adaptarse a los imprevistos, en lugar de luchar contra ellos (Ulieru & Doursat, 2010). Al interconectar agentes y organizaciones se puede aprovechar las interacciones de los mismos, para obtener el mejor rendimiento del sistema (Ulieru & Doursat). En la figura 4 se muestra como los comportamientos logran el objetivo, según la propuesta de la IE.

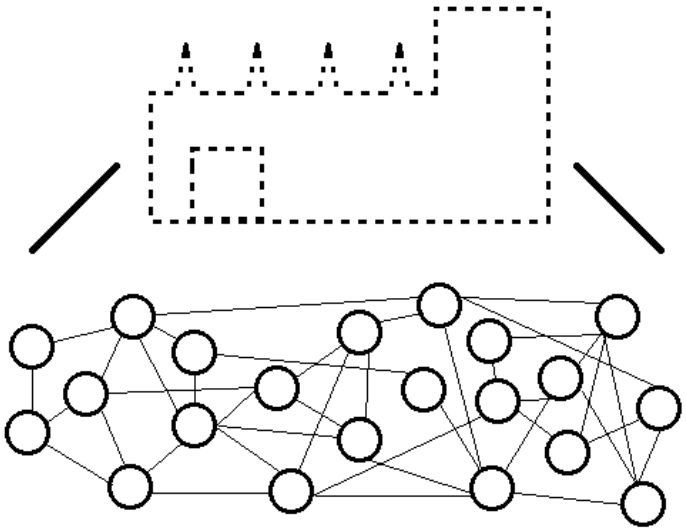

Figura 5. Diseño estructural según la Ingeniería Emergente.

Fuente: Elaboración propia

El nivel de complejidad de un sistema, surge de las interacciones de sus componentes (Carley, 2002). La ingeniería emergente permitirá diseñar y construir un sistema que se beneficie de la complejidad que surge de las interacciones de sus componentes, en lugar de forzar un diseño (Ulieru & Doursat, 2010). Un beneficio del diseño estructural de la IE, es que no requiere intervención humana para realizar cambios organizacionales cuando el sistema lo necesite (Marzano & Aarts, citado en Ulieru & Doursat, 2010). La propuesta busca integrar la habilidad de evolucionar autonomamente.

Las organizaciones se pueden beneficiar de la propuesta de este nuevo diseño, de dos maneras: Diseñar sistemas tecnológicos para la ciencia computacional de la organización, que aprovechen la información simulada de la organización. Y diseñar la organización como un sistema que habilite la adaptación sintética, en la cual la organización se adapte, evolucione y pueda aprovechar las características de los sistemas complejos. Algunos beneficios para una organización son: la adaptación natural con el entorno y obtener el mejor rendimiento del sistema. Este trabajo se beneficia usando los conceptos del diseño de un sistema, para simular modelos que cada vez permitan resultados más certeros.

2.2 La toma de decisiones

Las organizaciones están compuestas por agentes, formando una red de comunicación. Estos agentes pueden ser personas, grupos de individuos, computadoras o agentes artificiales (Frantz et al., 2013). Todos los agentes dentro de la organización cumplen un rol, que se basa en una jerarquía previamente establecida por la estructura de la organización. Esta relación de todos los agentes que componen la organización, también se presenta a un extra organizacional entre organizaciones. Todas las organizaciones tienen un propósito, y usaran diferentes métodos para alcanzarlo (Schwaninger, 2010). Estos métodos permiten apoyar la toma de decisiones, pero el método ideal aún no está definido.

Según Schwaninger (2010) la administración basada en modelos define una competencia entre modelos, haciendo un símil a la competencia de estrategias entre organizaciones. Esto explica

que las estrategias que comprendan el sistema organizacional y enfrenten adecuadamente las turbulencias en su estructura, serán las exitosas para los observadores del sistema (Schwaninger, 2010). Sin embargo, no siempre la estrategia exitosa podrá ser adaptada para todas las organizaciones, pues la administración como ciencia no permite especificar un método que solo sirva a unas organizaciones si y a otras no, sino que debe ser generalizada para todas las empresas.

Una solución efectiva para una organización, puede no ser efectivo para otra. Las teorías organizacionales pueden dirigir una estrategia hacia un resultado, pero no con certeza. Esto debido a la cantidad de variables en la complejidad organizacional que imposibilitan predecir el futuro y lograr resultados deseados. Los modelos dirigen este problema porque permiten representar una organización e incluir todas las variables que el modelador del sistema desee. Así, es posible experimentar las herramientas que apoyan tomar decisiones, como una teoría organizacional o una solución que funciono en el pasado. Los modelos disminuirán el tiempo dedicado al análisis de un problema y permitirán vislumbrar los efectos de una estrategia que se desarrolle en situaciones concretas. De esta manera la administración basada en modelos, apoyándose en la heurística, permite una nueva manera de obtener información especializada.

Esta información puede beneficiar a otra organización que se encuentre en un problema similar, con componentes equivalentes y un entorno afín al que se encuentre en el modelo. Es decir, si una empresa atravesó una situación similar es posible usar el conocimiento para apoyar la decisión de la otra organización.

Tomar decisiones es un proceso que ocurre en todas las empresas, la efectividad de sus líderes se puede medir por los resultados que estos brinden a la organización. Si un líder toma las decisiones equivocadas, los resultados de una organización serán indeseados. Advertir los beneficios y consecuencias que puede traer una decisión, es una tarea actualmente muy difícil. Esto ocurre porque no es posible medir la resistencia que tendrán los agentes de la organización, por la reacción que estos generen frente a esta decisión. Por ejemplo: Un ser humano puede disgustarle la nueva estrategia que adopte la organización, causando menos eficiencia que lo que la estrategia esperaba y posiblemente afectando los resultados. Además, una decisión inadecuada generará un gasto innecesario de recursos de la organización, como tiempo y dinero.

La propuesta para anticipar un nuevo metodo que apoye la toma de decisiones, se apoya en la necesidad de disminuir los riesgos que existen actualmente. Estos riesgos pueden ser la

incertidumbre en el entorno que se encuentre una organización y la manera en que reaccionarán y se comportarán los agentes de la misma. Para evaluar una estrategia, se propóne simular el sistema para predecir que ocurrirá en un escenario determinado. La simulación generará información de como se comportará el sistema y permitirá conocer con antelación el resultado de la estrategia, así como medir el sistema y evaluarlo para determinar sus capacidades. Esa información permite disminuir el riesgo ante la incertidumbre al predecir resultados. La disminución del riesgo dependerá de como este diseñado el software que simula el sistema. Si el software es muy preciso permitirá que la información generada se convierta en conocimiento práctico.

2.3 Anticipando un método para apoyar la toma de decisiones

Anticipar un método que permita apoyar la toma de decisiones, representación de los problemas organizacionales, análisis de los resultados de las estrategias y predecir el comportamiento a futuro requiere que se exploren los sistemas complejos. El concepto de modelar es simple, representar un sistema organizacional mediante un modelo para que el observador lo vea como el modelador quiere que se vea. Pero el uso que se le dé a los modelos es el ingrediente más interesante de este texto. De por sí, el uso de modelos genera resultados simples, pero al implementar los modelos computacionales, que permitan simular cualquier cantidad de variables con resultados prácticamente al instante, determina un resultado que usando solos modelos no podría obtenerse.

La administración basada en modelos propone el uso de modelos y del modelamiento de organizaciones para mejorar la administración y viabilidad organizacional (Schwaninger, 2010). Las organizaciones son sistemas socio-técnicos, por lo que los beneficios de los modelos se aplican a cualquier sistema con elementos socio-técnicos. El uso continuo de modelos permitirá un aprendizaje continuo (Olaya, 2012). La ciencia computacional de la organización, o CCO, busca teorizar, describir, entender, predecir comportamientos y mejorar los procesos de organizar una organización (Frantz et al, 2013). Los modelos buscan, de manera similar, explicar, entender y analizar las organizaciones. Por ello, la CCO debe utilizar modelos para lograr lo que busca. El

desarrollo de modelos utilizando las pautas de la ABM, podrían beneficiar la CCO para construir modelos eficientemente.

La IE propone el diseño y creación de un sistema que conciba en su estructura la evolución, mediante la cual un sistema pueda cambiar su estructura y procesos profundos (Ulieru & Doursat, 2010). El concepto de evolución en los sistemas proviene de la biología, la cual permite muchas posibles configuraciones en un mismo entorno mientras descarta aquellas que no sean útiles (Ulieru & Doursat). La biología es una ciencia natural, en la cual la evolución surgió de la necesidad de adaptarse al entorno (Kauffman, citado en Ulieru & Doursat, 2010). La habilidad de un sistema para evolucionar (Carreras et al., 2007) permite la creación de sistemas, tan complejos y avanzados, los cuales solo pueden surgir mediante la evolución de procesos (Ulieru & Doursat). Dichos sistemas tendran capacidades de respuesta que crearán rendimientos muy avanzados en comparación con los sistemas actuales.

Determinar la efectividad de la aplicación de un modelo aplicado en una situación determinada, facilitará el proceso de la toma de decisiones para los prácticos y el entendimiento de la organización para los teóricos. La información más completa y disponible sobre el entorno, los agentes de la organización y el comportamiento, permitirán el diseño de estrategias efectivas que traerán los resultados que la organización desee.

La propuesta consiste en representar una organización y sus componentes mediante un modelo computacional. Utilizar los conceptos de este texto para simularlo en diferentes condiciones, recopilar los resultados para tener una aproximación al posible resultado de la estrategia y finalmente evaluar cual estrategia presenta el menor riesgo para los resultados de la organización. Esto permitirá al encargado de tomar decisiones elegir una estrategia apoyándose en las cifras de la simulación. Luego se debe comparar que ocurre y retroalimentar el sistema de simulación. El proceso se repite continuamente y a medida que se utilice, este evolucionará y cada vez será más certero.

Los factores claves que comprenden el posible método son: La generación de conocimiento, los comportamientos de los agentes de un sistema y finalmente el diseño del sistema organizacional y el sistema de simulación computacional. Estos componen el punto de inicio para desarrollar la propuesta de este trabajo.

2.3.1 La generación de conocimiento

La ABM plantea la generación de conocimiento mediante el uso de modelos. Ese conocimiento es el resultado consistente de un modelo, que se repita y sea válido (Schwaninger, 2010). Como lo describe Carley (2002) en la CCO, simular modelos genera información de un sistema en una situación determinada. La información generada de un sistema usando un modelo, según Olaya (2012) en la ABM, es conocimiento práctico orientado a situaciones específicas.

El desarrollo de procesos dentro de un sistema genera conocimiento para la organización (Carley, 2002), el cual podrá apoyar la toma de decisiones porque se basa en experiencias que ya se hayan vivido en el desarrollo de los procesos. A este proceso se le puede llamar aprendizaje. La CCO establece que el conocimiento se obtiene a medida que transcurre el tiempo del sistema, en donde sus componentes aprenden, por lo que si un agente se retira del sistema entonces ese conocimiento se pierde del sistema (Frantz et al., 2013).

Usando la simulación, se puede simular el desarrollo de procesos virtualmente, generando un resultado que de otra manera sería generado a través experiencias en el tiempo. Este modelo simulado muchas veces genera resultados que pueden ser expresados como una tendencia matemática. Como los modelos establecen que, si el fenómeno se repite en una situación, la información resultante será válida y se puede utilizar como conocimiento.

La generación de conocimiento práctico permitirá apoyar la tomar decisiones, pues este se enfoca en permitir soluciones a situaciones específicas. Para lograrlo, el trabajo se apoya en las interacciones que la Administración basada en modelos, la ciencia computacional de la organización y la ingeniería emergente generan. Con las interacciones de la ABM, la CCO y la IE, se busca consolidar un posible método para apoyar la toma de decisiones, evaluar políticas o predecir los resultados de un sistema dado. El apoyo consiste en generar conocimiento que permita asegurar resultados cercanos a la realidad al simular modelos computacionales.

2.3.2 Los comportamientos de un sistema

El comportamiento es el núcleo de un sistema, pues en una organización cada estrategia es sensible a este. Por tanto, es necesario tener en cuenta el comportamiento a la hora de tomar decisiones. Un sistema puede compartir la misma estructura y componentes que otro en la misma red a la que pertenezca, pero no reaccionará igual bajo las mismas circunstancias (Olaya, 2012). No hay una formula precisa que permita pronosticar el comportamiento que tomará una organización. Esto ocurre porque los agentes de un sistema socio-técnico tienen diferentes capacidades y habilidades, por lo que generarán diferentes comportamientos (Carley & Newell, citado en Carley, 2002). Los agentes humanos tienen un comportamiento dinámico mientras que el agente tecnológico tiene un comportamiento constante.

La red organizacional permite la comunicación de los componentes usando la tecnología para conocer información, procesarla, compartirla, comunicarla y crear las condiciones que determinarán el entorno y los requerimientos para los agentes. El crecimiento de esta red y la inclusión de nuevos miembros, tecnologías y procesos generan cambios en el entorno de todos los miembros de la red. Por la manera que están estructuradas las organizaciones, estos cambios pueden no ser deseados ya que son incompatibles con las políticas de la organización y representan amenazas para el futuro.

Si la organización no se adapta como las demás organizaciones de la red, esta puede desaparecer de la red porque ya no es competitiva. Los líderes de las organizaciones deben estar pendientes de cambios en el entorno (Frantz et al., 2013), preparados para cambiar la estrategia para adaptarse a los nuevos retos que se presenten en el entorno. La inclusión de tecnología y componentes organizacionales variables, entre otros, afectan el comportamiento organizacional que surge con cualquier estrategia y la estrategia además es susceptible de cambiar a través del tiempo, muy difícil de controlar, como resultado se genera incertidumbre organizacional.

Estos aspectos se deben considerar para el método que busque representar y predecir situaciones. Pues el comportamiento puede cambiar todo el resultado de un sistema y por tanto debe ajustarse el modelo que los exprese, para que sean lo más cercanos a la realidad.

Los comportamientos son un tema en común para la ABM, la CCO y la IE. El comportamiento social y organizacional surge de interacciones de los agentes que componen el sistema, por lo que es difícil de estudiar (Frantz et al, 2013). Como las organizaciones y sus componentes hacen parte de un sistema socio-técnico, es importante reconocer como los comportamientos pueden influenciar los procesos y resultados de las organizaciones. El comportamiento es necesario para el modelamiento, pues la simulación simula las situaciones como le dicen que lo haga, o cómo el modelo fue creado. La simulación permite conocer el resultado de un modelo, permitiendo conocer el desarrollo del comportamiento bajo las circunstancias en las que fue simulado (Doran & Gilbert, 1994).

2.3.3 El diseño de un sistema

Una organización eficiente, es una organización que aproveche de la mejor manera sus recursos. El manejo de los recursos lo define la estructura de la organización. Los creadores de una organización la diseñan anticipando un entorno, esperando que este no cambie para no afectar el rendimiento de la organización (Ulieru & Doursat, 2010). Idealmente, una organización es la que debe adaptarse a su entorno y no corregirse a medida que el entorno cambie (Ulieru & Doursat).

Un sistema diseñado y construido mediante IE, definirá su rendimiento como su habilidad para adaptarse a su entorno (Ulieru & Doursat, 2010). Entre mejor sea el diseño y construcción, mejor serán sus rendimientos al ser eficiente. Diseñar un sistema para aprovechar el conocimiento generado por una organización, la cual utilice este conocimiento para retroalimentarse y adapte su estructura, logrará tener tiempos de respuesta que le permitan el mejor rendimiento posible (Ulieru & Doursat). Aplicar la CCO para crear un sistema que tenga la capacidad de evolucionar, retroalimentarse con el conocimiento que obtiene de las simulaciones y se adapte para eliminar posibles limitaciones, permitirá entender los comportamientos entre agentes humanos y tecnológicos para ir más allá de las teorías y desarrollar modelos predictivos (Frantz et al., 2013).

El aprendizaje estructural propone que las estructuras de los sistemas aprendan y no sus componentes, permitiéndole que no se pierda el conocimiento para poder adaptarse a los retos que enfrenta el sistema (Carley, 2002). El aprendizaje estructural permite a una estructura aprender, para que esta no se vea afectada por la pérdida de un componente con su conocimiento (Carley).

La IE busca diseñar un sistema que se adapte al entorno y evolucione junto a este (Ulieru & Doursat, 2010). Actualmente los sistemas se diseñaron para corregirse por retroalimentación negativa, similar al concepto de las aves que viajan en grupo, donde cada ave ajusta su dirección y velocidad constantemente para seguir el rumbo de la bandada (Ulieru & Doursat). La idea de la IE es diseñar un sistema que se refuerce de un resultado deseado, como las hormigas que dejan feromonas para indicar que hay alimento, permitiendo que surja un camino guía, para que más hormigas lo sigan. Este comportamiento individual y sencillo, genera una estructura que permite desarrollar un comportamiento global deseado del sistema para corregirlo después con retroalimentación negativa (Ulieru & Doursat).

La IE, de acuerdo con EE (2002), permite que un sistema sea robusto gracias a su estructura y no a sus componentes al diseñar las relaciones correctas entre ellos. Este diseño estructural puede beneficiarse del concepto del aprendizaje estructural, que es definido por los cambios hechos en las redes organizacionales, de asignación de tareas y sociales (Carley, 2002). El aprendizaje estructural revela que, al reorganizar las redes, se mejora el rendimiento de una estructura (Carley). Por lo que se pueda diseñar una estructura eficiente y adaptable al utilizar el concepto de robustez por estructura.

3. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Alcanzar las metas propuestas por una organización dependerá de una estrategia efectiva, adaptable a las necesidades y el entorno, los cuales son usualmente únicos para cada organización. El impacto de una estrategia dentro de un sistema organizacional es incierto, así como el comportamiento que surgirá en este como consecuencia de la estrategia (Carley, 2002). En un entorno complejo, una organización se expone a la incertidumbre al tomar una decisión, debido a que existen numerosos elementos que afectarán el resultado final. Ejemplos de los elementos que pueden influir en el resultado final son: El efecto del comportamiento del sistema organizacional interna y externamente, las acciones de los agentes organizacionales y su respuesta ante y el entorno cambiante en el que se encuentre el sistema, entre otros. Ante esta situación, cuando se tome una decisión en un sistema organizacional, no será posible determinar cuál fue el componente que generó el resultado obtenido. Esto ocurre debido a la complejidad del sistema y la falta de entendimiento del mismo, por lo que cuando existan estrategias de éxito no se podrán replicar con los mismos resultados en otra organización.

El uso de la simulación utilizando modelos, como herramienta, en sistemas organizacionales permite evaluar comportamientos, entorno, información y estrategias mediante un análisis de los resultados de las simulaciones. La simulación genera numerosos resultados de un sistema, así como todas las posibles alternativas, por lo que para evaluar el sistema se debe almacenar la información y clasificarla de alguna manera. La información almacenada puede ser comparada, examinada, representada e incluso utilizada para consultas, utilizándose como guía en futuras situaciones y así apoyar la toma de decisiones. La ABM propone modelar sistemas organizacionales para investigarlos, evaluarlos y analizar los resultados obtenidos de los modelos, analizando si estos se cumplen, validándolos y almacenar la información. La CCO propone simular miles de veces todos estos sistemas organizacionales en modelos computacionales, luego comparar los resultados obtenidos de la simulación con resultados empíricos para comprobar si son válidos. Finalmente, la IE permite diseñar y crear sistemas con una estructura que pueda cambiar con el tiempo y la información, lo que permitirá desarrollar un sistema que evolucione. La IE definirá un sistema, ya sea de simulación o de almacenamiento de información, que se perfeccionará a medida

que se hagan más simulaciones. De esta manera, se puede diseñar un sistema que obtenga y genere modelos organizacionales y luego los simule, retroalimentando al sistema con los resultados y permitiendo observar y predecir qué ocurrirá en un modelo organizacional. Las organizaciones que tengan acceso a información para consulta en situaciones específicas, la cual sería conocimiento práctico, tendrán una ventaja para tomar decisiones.

Para analizar la información obtenida del modelo de un sistema organizacional, provenga de la simulación o del empirismo, es necesario también examinar las relaciones entre los agentes del sistema, así como el entorno en el que se encuentra ese sistema. Esta información debe contener las relaciones de los agentes, de otra manera no representarían el sistema de una manera adecuada. El entorno y la incertidumbre a la que están expuestos los sistemas organizacionales requieren que la estrategia sea cambiada a medida que pasa el tiempo, de otra manera esta puede dejar de ser efectiva al no tener el mismo impacto sobre los agentes y sus comportamientos. Por ello, las organizaciones buscan información para perdurar, esa información que les permite continuar es conocimiento organizacional.

La gestión del conocimiento organizacional es muy valiosa en un entorno complejo, quien lo haga de la mejor manera tendrá ventaja sobre los demás sistemas del entorno para tomar mejores decisiones (Schwaninger, 2010). La complejidad organizacional puede aumentar a medida que la red de organizaciones crezca, por lo que los límites que existan para entender las organizaciones actualmente deben eliminarse. La CCO propone entender las organizaciones al modernizar los procesos de una organización tecnificándolos, lo cual eliminaría los límites que no permiten comprenderlas. Usando la simulación es posible emular una organización, lo cual permitiría recopilar suficiente información sobre la estrategia y sus efectos. De manera que se puede determinar qué rumbo debe seguir el sistema en búsqueda de los resultados deseados.

La simulación de la realidad es posible porque los modelos permiten: contemplar realidades, calcular alcances, representar interacciones, representar comportamientos, explicar resultados y generar conocimiento aplicado. La realidad se refiere a los sistemas organizacionales, un modelo puede ser usado para representar una empresa, un sector o un sector de sectores. Esta propuesta permitirá abarcar desde, el mínimo componente de una organización hasta el sector de los sectores. Por ello, es importante destacar la importancia de su investigación.

El sistema de simulación debe ser diseñado contemplando los principios de la IE, utilizando los conceptos de evolución a través del tiempo, de alimentar la estructura con la información generada por la simulación para hacer del sistema más robusto. Esto permitirá que el software evolucione y cada vez aprenda cuales resultados son deseables, así como filtrar los resultados de simulaciones que aparentan ser deseables y no lo son.

Los temas presentados requieren mayor atención. La administración basada en modelos se le ha dado muy poca importancia dentro de las organizaciones, por lo que aún requiere más investigación, tanto teórica como práctica. Markus Schwaninger presentó un programa de investigación que invita a estudiar la ABM. La ABM, según este trabajo, puede ser utilizada para apoyar la ciencia computacional de la organización. Esta adaptación permitiría que la primera represente un sistema y la segunda simule el sistema para evaluar sus comportamientos. Por su parte, la CCO se encuentra actualmente analizando teorías, requiere un método que le permita pasar de teorizar estrategias a crear modelos que predigan comportamientos dentro de la organización para poder elegir estrategias y analizar situaciones organizacionales. Por último, la IE habla de la teoría del diseño y creación de sistemas complejos, pero su implementación requiere de mayor investigación en la práctica, así como de un método que permita aprovechar las características de los sistemas complejos en este proceso.

Hay otras preguntas que surgen sobre la propuesta. ¿Cómo se deben configurar los programas de simulación?, ¿Qué variables se deben tener en cuenta?, ¿Los sectores comprenderán siempre las mismas variables?, El comportamiento humano es muy complejo ¿Cómo se puede generalizar la cultura, demografía, sexo, religión, edad, raza, y demás variables en un único modelo?, ¿Los futuros encargados de tomar decisiones podrán ser reemplazados por computadoras si el programa es exitoso? Estas preguntas requieren de mayor investigación del tema.

Esta propuesta está limitada a la teoría que surge de la interacción de los temas propuestos. El trabajo futuro comprende la utilización de modelos para generar conocimiento práctico para las organizaciones. El software de modelamiento no se especifica, está abierta la posibilidad de usar cualquier programa. El programa de modelamiento debe incluir las consideraciones presentadas en este trabajo. La propuesta para investigación es desarrollar un método que integre estos conceptos y que, a su vez, sea atractiva para llamar la atención de los líderes de organizaciones y teóricos, con la idea que estos la adopten.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carley, K. M. (2002). Computational organization science: A new frontier. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 99*(3), 7257-7262.

Carley, K. M., & Gasser, L. (1999). Computational Organization Theory. En G. Weiss, & G. Weiss (Ed.), *Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence* (págs. 299-330). Massachusetts: MIT Press.

Carley, K. M., & Newell, A. (1994). The Nature of the Social Agent. *Journal of Mathematical Sociology, 19*(4), 221-262.

Carlile, P. R., Christensen, C. M., & Sundahl, D. (2003). The cycles of theory building in management research. *Harvard Business School Working Paper*.

Carreras, I., Miorandi, D., & Chlamtac, I. (7-10 de Octubre de 2007). From biology to evolve-able pervasive ICT systems. *IEEE International Conference on Systems*, 4075-4080.

Carreras, I., Miorandi, D., Saint-Paul, R., & Chlamtac, I. (2010). Bottom-up design patterns and the energy web. *IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics, Part A, 40*(4), 815-824.

Cohen, M. D., March, J. G., & Olsen, J. P. (1972). A garbage can model of organizational choice. *Administrative Science Quarterly, 17*(1), 1-25.

CPS. (24-25 de Abril de 2008). Cyber-Physical Systems Summit. *CPS Week Multi-conference*. St. Louis, Missouri, U.S.

Doran, J., & Gilbert, N. (1994). Simulating societies: an introduction. *Simulating societies: the computer simulation of social phenomena*, 1-18.

EE. (2002). Workshop on Emergent Engineering. (MIT, Ed.) Boston, Massachusetts, U.S. Disponible en: http://cba.mit.edu/events/02.10.emergent/

Epstein, J. M. (2008). Why model? *Journal of Artificial Societies and Social Simulation, 11*(4), 12.

Floridi, L. (2011). A defence of constructionism: Philosophy as conceptual engineering. *Metaphilosophy, 42*(3), 282-304.

Forrester, J. W. (1971). Counterintuitive Behavior of Social Systems. *Technology Review, 73*(3), 52-68.

Frantz, T. L., Carley, K. M., & Wallace, W. A. (2013). Computational Organization Theory. *Encyclopedia of Operations Research and Management Science*, 246-252.

Goldman, S. L. (2004). Why we need a philosophy of engineering: a work in progress. *Interdisciplinary Science Reviews, 29*(2), 163-176.

Gómez, N. A. (2016). *Simulación basada en agentes: Una metodología para el estudio de sistemas complejos*. Manuscrito no publicado. Escuela de Administración. Universidad del Rosario. Bogotá D.C. Colombia.

Hansson, S. O. (2009). From the casino to the jungle. Dealing with uncertainty in technological risk management. *Synthese, 168*(3), 423-432.

Kauffman, S. A. (2008). *Reinventing the Sacred: A New View of Science, Reason, and Religion.* New York: Basic Books.

Lee, J. S., & Carley, K. M. (2004). Orgahead: A computational model of organizational learning and decision making. *Technical Rep. CMU-ISRI-04-117, Carnegie Mellon Univ., Pittsburgh*.

Levin, S. A. (2003). Complex adaptive systems: Exploring the known, the unknown and the unknowable. *Bulletin of the American Mathematical Society, 40*(1), 3-19.

Marzano, S., & Aarts, E. (2003). *The New Everyday : Views On Ambient Intelligence.* Rotterdam: 010 Publishers.

McCarthy, N. (2010). A World of Things Not Facts. En I. Poel, & D. Goldberg (Edits.), *Philosophy and Engineering:: An Emerging Agenda* (Vol. 2, págs. 265-273). Dordrecht: Springer Netherlands.

Nersessian, N. J. (1992). How do Scientists Think? Capturing the Dynamics of Conceptual Change in Science. *Cognitive Models of Science, 15*.

Olaya, C. (2012). The importance of being atheorical: Management as Engineering. En S. N. Grösser, R. Zeier, & S. B. Heidelberg (Ed.), *Systemic Management for Intelligent Organizations* (págs. 21-46). London.

Pidd, M. (1996). *Tools for Thinking: Modelling in Management Science.* Chichester: Wiley.

Schwaninger, M. (2010). Model-Based Management (MBM): A vital prerequisite for organizational viability. *Kybernetes, 39*(9/10), 1419-1428.

Ulieru, M., & Doursat, R. (2010). Emergent engineering: a radical paradigm shift. (I. Publishers, Ed.) *International Journal of Autonomous and Adaptive Communications Systems, 4*(1), 39-60.

Ziman, J. (2000). Technological Innovation as an Evolutionary Process. *Cambridge University Press*.