

EL USO DE LA SIMULACIÓN PARA APOYAR LA TOMA DE DECISIONES ORGANIZACIONALES¹⁸

Juan Camilo Rivera Rodríguez¹⁹

¹⁸ El director de la tesis fue el Ingeniero de sistemas Nelson Alfonso Gómez Cruz, candidato a Magíster en Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Nacional de Colombia. Docente auxiliar de Universidad del Rosario, Facultad de Administración. Correo: nagomezc@unal.edu.co

¹⁹ Estudiante de Administración de Negocios Internacionales de la Universidad del Rosario. Correo: juanc.rivera@urosario.edu.co.

Resumen.

Una de las tareas más demandantes de los dirigentes de las organizaciones es la toma de decisiones, de las cuales depende toda una estructura que incluye procesos y personas. Este trabajo busca mostrar cómo los encargados de la toma de decisiones pueden encontrar en el enfoque ingenieril, la ciencia computacional y los modelos un método que apoye la toma de decisiones. Dicho método propuesto podría convenir como uno mucho más adecuado que las actuales alternativas que brinda el conocimiento en administración. Dentro de ese contexto, podría implementar una nueva opción utilizando la simulación de los modelos organizacionales para suponer el posible impacto de una decisión en una organización, disminuyendo el grado de riesgo de la decisión. Para hacerlo, se abordarán principalmente tres temas: "Administración basada en modelos", "Ciencia computacional de la organización" y la "Ingeniería emergente". Este capítulo busca mostrar los beneficios, retos y posibilidades que trae el método para apoyar la toma de decisiones en las organizaciones.

Palabras clave.

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

Abstract.

One of the most demanding assignments an organization manager has to face is the decision making, which contemplates the future of a structure that may contain people and processes. This work seeks to show how managers in charge of decision making can benefit from the approach of the engineering, the computer science and models a method that supports decision making. Such method could be more suitable than the alternatives found in the administration knowledge. This means that there could be a new option to support decision making process in organizations by using simulation of organizational models, which would allow to measure the impact of a decision and possibly to reduce the grade of risk it involves. To achieve this purpose, the following main topics: "Administration Based Model", "Computer Science" and "Emergent Engineering" will be approached to help the construction for the possible method this paper seeks to anticipate. In addition to this, the benefits, challenges and possibilities of this method that support decisions will be seek to be shown.

Key words.

Organizational risk, decision-making, social systems, simulation, administration based modeling, computational organization science, emergent engineering.

Introducción.

El conocimiento de la administración se ha basado en una concepción newtoniana del universo, una aproximación mecanicista, fundamentando teorías y conocimiento con los cuales los encargados de organizaciones pueden aproximarse a los problemas. Sin embargo, los encargados de las organizaciones actualmente se enfrentan a un mundo globalizado, plagado de información (y no necesariamente conocimiento), hiperconectado, dinámico y cargado de incertidumbre. Por tanto, las teorías pueden mostrar limitaciones para las organizaciones, quizá no por la estructura, la lógica o el alcance de las mismas, sino por la falta de criterios que justifiquen su aplicación. Además, en este escenario la intuición, las suposiciones y las verdades a medias podrían ser usadas para justificar la toma de decisiones por los encargados de las organizaciones. Este panorama pone de manifiesto dos hechos: de un lado, la necesidad de buscar un método que permita comprender las situaciones para apoyar la toma de decisiones. De otro lado, la necesidad de potenciar la intuición con modelos y técnicas no tradicionales como, por ejemplo, los provenientes o inspirados por la ingeniería y la simulación.

Este artículo busca anticipar los pilares de un posible método que apoye el proceso de toma de decisiones en las organizaciones a través de la simulación de modelos computacionales. Este propósito halla su justificación en las ya mencionadas dificultades que enfrentan los dirigentes de las organizaciones, dificultades experimentadas por las condiciones que suponen la toma de decisiones. Se logrará mediante la articulación de tres temas cuyo contenido permite desarrollar una representación de una organización, permitiéndola expresar en un modelo que le permita simularla en computador para realizar experimentos no intrusivos.

Actualmente, las técnicas de administración avalan métodos y herramientas para lograr buenos resultados como el seis sigma, planeación por escenarios, balance Scorecard, benchmarking, pero no siempre generan el mismo resultado en las organizaciones que las aplican. Por ello, los métodos de las técnicas actuales deben tomarse como guía, pero no como garantía para el éxito. Esta limitación se debe a que cada organización es única, por eso no existe un método universal que garantice el éxito.

La motivación de tomar decisiones que traigan resultados deseados para los dirigentes de las organizaciones, se encuentra en la competencia entre organizaciones por los clientes. Las organizaciones básicamente buscan satisfacer las necesidades de los clientes, sea en calidad, tiempo, costos o beneficios a corto y largo plazo. Entonces, si una organización no logra retener a sus clientes ni captar nuevos clientes, esta probablemente se quebrará. Por ello, las organizaciones adoptan estrategias que consideran adecuadas para lograr ser competitivas, es decir, un conjunto de decisiones. Sin embargo, existe una determinante esencial que revela el éxito o el fracaso de tal o cual estrategia, esto es el grado de riesgo o de incertidumbre que implica cualquier tentativa por ser competitivo.

Para disminuir el grado de riesgo en una organización, es posible optar por hacer inversiones en tecnología y conocimiento para mejorar la eficiencia y la probabilidad de obtener resultados deseables. Pero en la medida que la organización se beneficia de la tecnología, esta puede volverse más compleja, por ejemplo: los humanos deben capacitarse para poder interactuar con la nueva tecnología, lo cual genera nuevos comportamientos. En este contexto, los comportamientos son parte de la organización y puede decirse que son su cultura.

Una organización cuyos componentes se relacionan entre sí, generando un comportamiento global más allá de sus propios comportamientos, se vuelve un sistema complejo (Robert, Donald, Ralph, & Douglas, 2006) y está expuesto a un grado de incertidumbre. La complejidad es una preocupación para los encargados de la toma de decisiones (Schwaninger, 2010) pues las interacciones entre los componentes del sistema generan comportamientos diferentes aún a un sistema de similares características. Este grado de incertidumbre no puede ser disminuido en su totalidad, ya que hay variables como el entorno o los comportamientos que influyen en los resultados de una organización.

Otro de los aspectos importantes en la organización, es comprender como funciona para poder explicar fenómenos o consecuencias dentro de ella. Pero hacerlo no es una tarea actualmente sencilla, pues requiere de examinar y conocer los comportamientos humanos y tecnológicos dentro de la organización. El comportamiento tecnológico está sujeto a la programación de la máquina, pero el comportamiento humano es dinámico (Carley, 2002). Como consecuencia, al estudiar una organización o realizar experimentos en ella, los humanos al sentirse observados, cambian sus hábitos y comportamientos (2002), alterando el comportamiento global de la organización.

Así como una organización no puede predecir qué ocurrirá internamente, tampoco puede saber cómo reaccionará el mercado. El mercado es el espacio donde las organizaciones se relacionan buscando un mismo objetivo, pero cada cambio en este puede afectar a todas las organizaciones que lo componen. Esto quiere decir que, una organización se beneficia al estar enterada del mercado, pero esta no puede monitorear siempre todo lo que ocurre a su alrededor, su campo de visión es limitado. Por ello, las organizaciones pueden asociarse con otras, para obtener información del mercado formando relaciones de asociación, caracterizadas porque permiten que: interactúen, se comuniquen, aprendan e incluso sean interdependientes. El mercado se representa mediante la Figura 1.

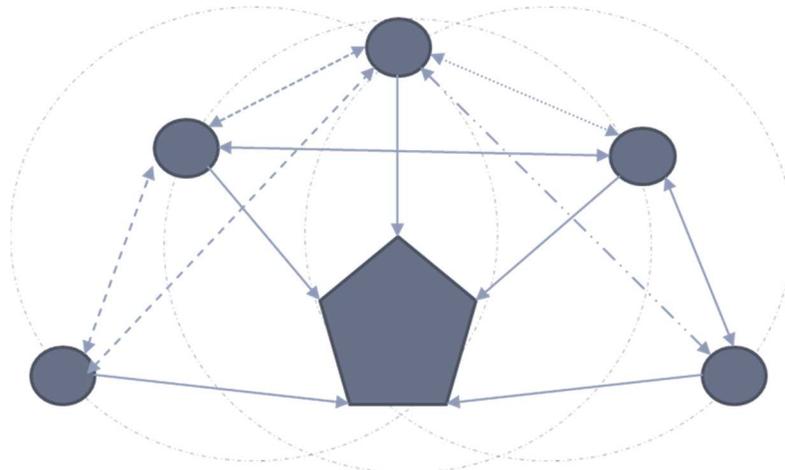


Figura 1. La representación de un mercado como una red, cada círculo es una organización, donde se relaciona con otras mediante flechas cuya intensidad de relación se refleja en lo grueso de la línea. El campo de visión es el círculo punteado y el pentágono es el objetivo del mercado, como núcleo central de estas relaciones de asociación.

Fuente: Elaboración del autor

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 de la red en cualquier momento. A medida que haya más organizaciones en la red, incrementa la posibilidad que una de ellas busque una nueva manera de hacer las cosas, cambiando las reglas que se debía seguir hasta el momento por las otras organizaciones. Por ejemplo: MSN Messenger precedió a BlackBerry Messenger, el cual precedió a WhatsApp como la aplicación de mensajería más popular en el mercado por su adopción con el Smartphone.

¿Son las condiciones actuales suficientes para la eficiente toma de decisiones? Quizá sea posible establecer métodos que apoyen la toma de decisiones, y este trabajo propone uno basado en la "Administración basada en modelos", "Ciencia computacional de la organización" y la "Ingeniería emergente" (En adelante se emplearán ABM, CCO e IE, respectivamente).

Por tanto, se quiere presentar un posible un método que permita apoyar la toma de decisiones de una manera eficiente, eficaz, consciente en información real, disminuyendo el posible grado de riesgo presente en las organizaciones.

Desarrollo.

Primeramente, las organizaciones están ejerciendo una actividad de la cual se desprenden un sin número de procesos, pero la definición de esta actividad no es siempre fácil de explicar. Por ello, es preciso determinar una manera en la que se pueda expresar una organización en la que esta propuesta pueda basarse, y por ello se recurre a la CCO.

La Ciencia computacional de la organización.

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. Puede ser considerada como un apoyo para la elección de estrategias, utilizándose constantemente como un soporte en el diseño y adaptación de las organizaciones.

Un beneficio poderoso que trae es, la evaluación de teorías (Frantz, Carley, & Wallace, 2013) y el análisis organizacional (Carley, 2002). Por lo que su uso continuo, permitirá disminuir el posible riesgo que trae tomar una decisión frente a los resultados de la organización. El tema precisa el uso de modelos multiagentes para modelar las organizaciones, los cuales permiten: predecir, entender e interpretar comportamientos, así como capturar el comportamiento de varios agentes simultáneamente (Carley).

Ante este beneficio, se debe precisar que las organizaciones son sistemas socio-técnicos, compuestas por otros sistemas complejos y computacionales, lo que les permite hacer uso de modelos computacionales para evaluar la viabilidad de propuestas y ser adaptables gracias a ello (Carley, 2002). Según (Carley), un sistema socio-técnico compuesto por agentes con diferentes

capacidades para interactuar, generará comportamientos dentro del mismo, dichos comportamientos serán generados por dos tipos de agentes, los humanos y los tecnológicos.

Los agentes humanos y tecnológicos 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), los cuales pueden ser dinámicos o constantes. El agente tecnológico tiene un comportamiento fijo hasta que sea reprogramado, mientras el agente humano tiene un comportamiento dinámico, pues sus interacciones con otros agentes pueden modificar su comportamiento (Carley). Como el comportamiento es complejo y difícil de estudiar, es difícil de predecir (Frantz et al.).

Gracias a estos conceptos, de acuerdo con (Carley, 2002), la CCO se fundamenta en el principio de la adaptación sintética, por lo que una organización puede ser compleja, dinámica, adaptable al entorno, generar conocimiento, procesar y transmitir información si sus componentes también poseen estas mismas características. 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).

Sin embargo, la representación de los agentes de un sistema puede dificultarse cuando se trate de los humanos, pues estos son diferentes y actúan de acuerdo a muchas condiciones que no se repiten para todos. Pero, no por esto significa que sea imposible, ya que de acuerdo con (Frantz, Carley, & Wallace) los comportamientos humanos se pueden generalizar en fórmulas matemáticas y lógicas para expresarse mediante modelos.

Las secuencias lógicas permiten expresar, con cierto grado de precisión, como podría actuar el agente humano, por lo que es posible expresar dicha generalización. Por tanto, modelar una organización hacia un modelo computacional adquiere una mayor importancia, pues permitirá la simulación en computadores para realizar experimentos, virtualmente, del modelo (Frantz et al., 2013). Dicha simulación permitirá dimensionar los efectos que tendrá una decisión en una organización, al comparar los resultados de esta con otra información obtenida empíricamente (Frantz et al.)

La representación del sistema requiere también de una interacción con el exterior que afecte a la organización. Las organizaciones se relacionan con su entorno, y pueden renovar sus procesos a medida que su comportamiento se lo permita (Frantz et al., 2013). Los alcances de simular teorías, permitirán a las organizaciones la generación de conocimiento práctico y teórico (Frantz et al.).

Un ejemplo de la generación de conocimiento, la ilustra el modelo CONSTRUCT-O, el cual permite generar información para tomar decisiones mediante la representación de la estructura social y cultural de una organización (Carley, 2002). Esta logró simular interacciones entre sus agentes miembros, cómo estos procesan y reciben la información, así como se adaptan a través del tiempo ante la tecnología y la demografía que existe en la organización (Carley).

En consecuencia, las organizaciones usando la CCO pueden expresar conocimiento, pero no es suficiente para desarrollar basándose en esta temática un método para apoyar la toma de decisiones. Por ello, a la propuesta se beneficia de la ABM, pues le permite tomar las guías de cómo hacer un correcto uso de los modelos.

La administración y los modelos.

La ABM es un tema propuesto por Markus Schwaninger, 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, así como que la administración es el diseño, método de control y el desarrollo de un sistema social. El uso de modelos permite “mejorar la inteligencia, adaptabilidad y viabilidad de las organizaciones de cualquier tipo” (Schwaninger, 2010, pág. 1419). 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).

Los modelos permiten representar una situación para hacerla comprensible, explicar por qué un sistema se comporta de una manera y comprender la estructura del mismo (Schwaninger, 2010). Permiten realizar experimentos en la mente o en los computadores, por ende, requieren menos recursos -como dinero y tiempo- que los intentos 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 los análisis más profundos de cualquier tema.

Los modelos ingenieriles aportan el concepto de conocimiento práctico para la administración (McCarthy, 2010), permitiendo implementar soluciones a problemas concretos en lugar de neutras teorías con resultados variables (Goldman, 2004). Por ello, usar enfoques ingenieriles es una alternativa para buscar soluciones en las organizaciones. Igualmente, las teorías pueden ser expresadas mediante modelos, pues estos son herramientas que permiten su representación de manera que un sistema computacional lo pueda entender y expresar. (Nersessian, 1992).

La ABM propone el uso de modelos y del modelamiento de organizaciones para mejorar la administración y viabilidad organizacional (Schwaninger, 2010). Las organizaciones al ser un sistema social, sus componentes son sensibles al entorno, generando comportamientos dinámicos no lineales. Estos desarrollan una complejidad organizacional, la cual obstaculiza la toma de decisiones. Debido a lo anterior, los responsables de tomar decisiones pueden predecir los efectos de una decisión en situaciones específicas usando modelos que contengan las interacciones del sistema.

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

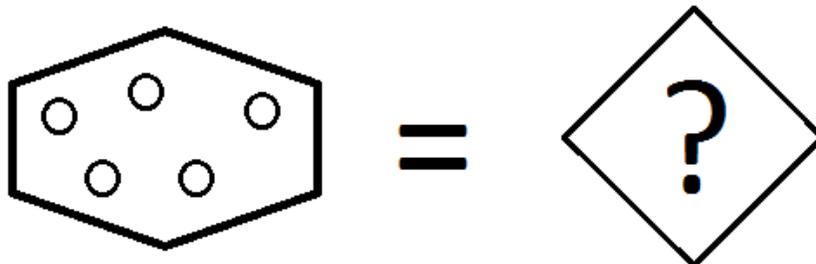


Figura 2. Un sistema diseñado en forma de hexágono, el cual a través del tiempo y experiencia cambia de forma a la forma de rombo. Este cambio es una adaptación que tuvo que hacer para poder seguir existiendo, pero en el resultado se desconoce qué fue lo que hizo surgir el cambio.

Fuente: Elaboración propia

Con el uso de modelos, explicar los comportamientos y situaciones que dieron cambios en una organización es posible. Esta situación es representada en la figura 3.

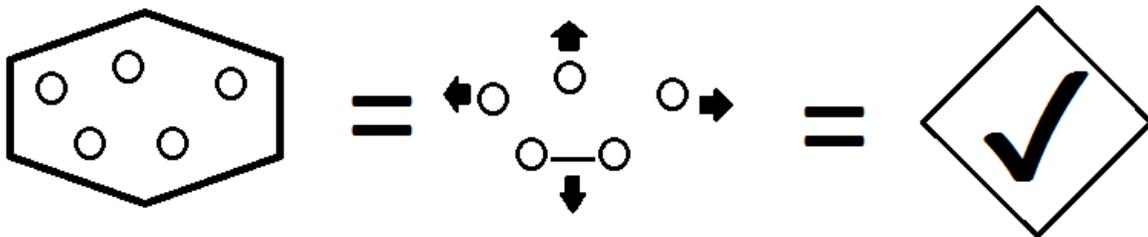


Figura 3. Un sistema diseñado en forma de hexágono, el cual a través del tiempo y experiencia cambia de forma a la forma de rombo. En este caso se representa a través de un modelo sus componentes, explicando que ellos motivaron el cambio de forma del sistema a una forma de rombo.

Fuente: Elaboración propia.

El conocimiento práctico permite resolver situaciones específicas en contextos determinados, anticipando resultados deseados (Olaya, 2012). Camilo Olaya, propone a la ABM usar el conocimiento práctico para obtener una mejor percepción de las organizaciones mediante el uso de los modelos ingenieriles. 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).

Por ello, el beneficio de usar el enfoque ingenieril, de acuerdo con Olaya (2012) es porque el conocimiento de la administración es universal, amplio, utópico, ceñido a la teoría, y está basada en la observación como fuente de conocimiento. En contraste, la ingeniería busca obtener respuestas para resolver problemas específicos y es: "concreta, orientada a metas, incierta, temporal, contextual, orientada a objetivos, contingente y desafía las ideas del conocimiento científico" (Olaya, 2012, pág. 21).

La ingeniería comparte características de los modelos, como la temporalidad y la orientación a situaciones específicas. De igual manera, Olaya (2012) explica que los métodos de la ingeniería utilizan una aproximación heurística, en el sentido que no busca justificaciones, los define el entorno y buscan resolver problemas. La incertidumbre de que ocurrirá en la ingeniería es total, por eso se toman muchas precauciones y no se sabe que puede salir mal (Olaya, 2012). Por ejemplo, en la construcción de una autopista se debe tomar precauciones de velocidad, barreras luminosas, señales indicadoras y demás.

Un modelo representativo de un sistema, permite realizar experimentos del sistema (Schwaninger, 2010) a través del método de prueba y error (Olaya, 2012). Este método genera información con el resultado obtenido de un modelo, y se propone acumular dicha información para consultarla posteriormente (Floridi, 2011; Ziman, 2000). Una acumulación de información es una

fuentes de conocimiento orientado a soluciones, por lo cual esta información, aplicada en un modelo, permitirá pronosticar realidades organizacionales. (Olaya)

Cuando un modelo es válido, genera información porque su composición y resultados son consistentes. 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).

Como una estrategia organizacional es un modelo que guía a todos los componentes de una organización, donde estos toman un rumbo deseado para alcanzar los objetivos de la organización, cada estrategia de una organización es un modelo. Por ello, las organizaciones compiten entre sí mediante modelos (Schwaninger, 2010), y el mejor modelo permitirá a la empresa ser líder en el mercado.

Ahora, el tema de los modelos y la administración es amplio y tiene una frontera más allá de este trabajo, pero el propósito es desarrollarlos dentro de un contexto de simulación computacional. Por este motivo, la ingeniería emergente permite diseñar el sistema que maneje e integre toda esta información para usar la simulación, bajo el enfoque de los sistemas complejos.

Ingeniería emergente

El desarrollo que han tenido 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 colaborar entre sí, a esta colaboración se le denomina *cyber-physical ecosystems* o CPE (Ulieru & Doursat).

A medida que los CPE se desarrollan, se generan niveles de complejidad que van más allá de las disciplinas que conforman sus componentes (CPS, 2008). La IE 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 genera interacciones, las cuales hacen surgir un comportamiento global que influye a sus componentes individuales (Ulieru & Doursat, 2010). No existe un método de diseño que permita estructurar a los CPE, pues aún hay muchas posibilidades de diseño e ideas para este concepto. El método de diseño basado en la ingeniería clásica, 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.

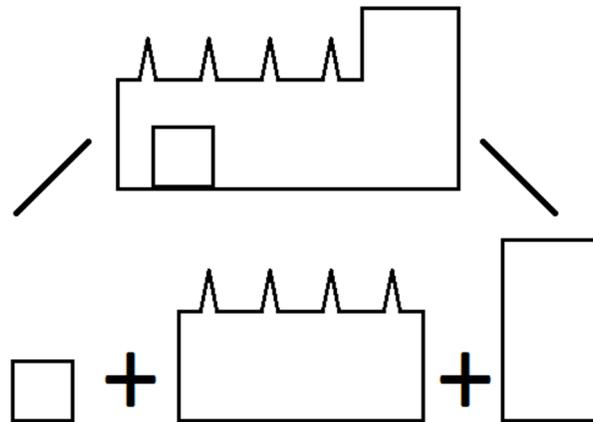


Figura 4. El diseño estructural según la Ingeniería Clásica. Los componentes se diseñan para que la suma de su conjunto, forme el resultado deseado.

Fuente: Elaboración propia

En el diseño organizacional actual, la estructura de la organización y sus componentes existen desde que inicia la organización (Carreras et al., 2010). Por lo cual se establece una jerarquía que todo el sistema debe respetar para lograr los objetivos propuestos en 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 por un diseño para sistemas complejos (Ulieru & Doursat, 2010). El diseño propuesto por la IE, es crear una estructura simple de componentes no complejos comunicados entre sí, la cual es más robusta que cualquier otro diseño (EE, 2002), que 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).

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 tendrán capacidades de respuesta que crearán rendimientos muy avanzados en comparación con los sistemas actuales.

De este modo, las interacciones generarán un comportamiento global, el cual hará evidente cuales son 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.

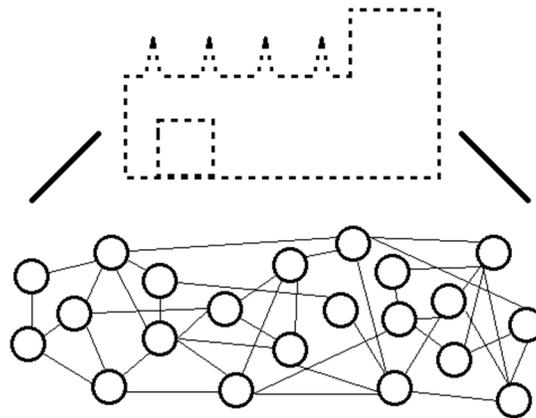


Figura 5. El diseño estructural según la Ingeniería Emergente. Los componentes interactúan entre sí para generar un comportamiento global que es el resultado deseado.

Fuente: Elaboración propia

El nivel de complejidad de un sistema, surge de las interacciones de sus componentes (Carley, 2002). La IE, permitirá diseñar y construir un sistema complejo que se beneficie de la complejidad 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 estructurales —actualmente se requiere que los dirigentes hagan los cambios en el tiempo que ellos deseen, pues las divisiones organizacionales no tienen el poder para hacer cambios estructurales— cuando el sistema lo necesite (Marzano & Aarts, citado en Ulieru & Doursat, 2010). Esto agrega eficiencia a una organización, pues actualmente los agentes pueden tener limitaciones, y deben esperar a que una figura superior haga los cambios para poder continuar. La propuesta busca integrar la habilidad de la evolución.

Las organizaciones se pueden beneficiar de la propuesta de este nuevo diseño, propuesto por la IE, de dos maneras: Diseñar sistemas tecnológicos usando la CCO para aprovechar la información obtenida de la simulación 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.

Así las cosas, los beneficios organizacionales pueden surgir de las buenas decisiones, y estas son resultado de tener la información adecuada para tomar decisiones (Schwaninger, 2010). Esto no significa que toda la información sea útil, pero aquella que si lo sea, se puede considerar como conocimiento práctico organizacional.

La importancia de la información para las organizaciones.

Dentro del contexto organizacional que se ha venido hablando, el tema común es la información. Los encargados de las organizaciones deben tomar decisiones en base a la información que posean. Si poseen información incorrecta o sesgada, como las ya mencionadas verdades a

medias o supuestos, es posible que la decisión tomada no traiga los resultados previstos. Por tanto, es necesario un manejo adecuado de la información, incluso de lo llamado conocimiento práctico.

La ABM plantea la generación de conocimiento mediante el uso de modelos. Ese conocimiento es el resultado generado 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 para una situación determinada. Y según Olaya (2012), la información generada por un modelo de un sistema, es conocimiento práctico orientado a situaciones específicas.

De igual manera, el desarrollo de procesos dentro de un sistema genera conocimiento para la organización (Carley, 2002). Este podrá apoyar la toma de decisiones porque se basa en experiencias que ya se hayan vivido en el desarrollo de los procesos, lo cual 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). Como, por ejemplo, una renuncia de un agente humano en un área de la empresa puede generar una pérdida de eficiencia mientras es sustituida y capacitada.

El uso continuo de modelos permitirá un aprendizaje continuo (Olaya, 2012). El aprendizaje obtenido de los modelos obtiene provecho de la CCO, pues esta busca teorizar, describir, entender, predecir comportamientos y mejorar los procesos de organizar una organización (Frantz et al, 2013). El desarrollo de modelos utilizando las pautas de la ABM, podrían beneficiar a la CCO para construir modelos eficientemente.

Así, 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, son aspectos que permitirán el diseño de estrategias efectivas, las cuales buscan traer los resultados que la organización desee.

Anticipando un método para apoyar la toma de decisiones.

La posibilidad de anticipar un método que permita apoyar la toma de decisiones, trae consigo diferentes beneficios, tales como: la representación de los problemas organizacionales, el análisis de los resultados de las estrategias y predecir el comportamiento a futuro de las organizaciones. Como las organizaciones son sistemas socio-técnicos, los beneficios de modelar se pueden aplicar a otros sistemas con elementos socio-técnicos.

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 grado de riesgo para los resultados de la organización. Esto permitirá al encargado de tomar decisiones, elegir una estrategia apoyándose en la información obtenida con 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 mostrará resultados más cercanos a la realidad.

El proceso de simulación funciona de la siguiente manera: La simulación debe realizarse miles de veces, de la cual se genera un único resultado. Estos resultados acumulados se transforman en una tendencia, lo cual permite evaluar los efectos al anticipar que ocurrirá en el mundo real (Carley, 2002). Por tanto, la información de la simulación permite asistir el diseño de estrategias mediante el conocimiento obtenido (Frantz et al., 2013). Y así, permite medir la efectividad de políticas o estrategias de una organización, usando esa información obtenida para establecer su efectividad, apoyando la toma de decisiones (Carley). Dicho de otro modo, la simulación como apoyo para tomar decisiones, formular teorías organizacionales o evaluar soluciones que funcionaron en el pasado, se convierte en una herramienta viable, de fácil uso y que permite obtener resultados rápidamente.

La herramienta permitirá a los encargados de tomar decisiones desarrollar modelos cuando se presente un problema, logrando una mejor comprensión de la situación y, posteriormente, experimentar con el modelo para evaluar las posibles soluciones. Por eso, la simulación de modelos establece que, si el fenómeno se repite en una situación, la información resultante será válida y se puede utilizar como conocimiento (Olaya, 2012). Esta implementación funcionará para la organización con un menor grado de riesgo que una decisión tomada de otro modo. Pues la simulación generará información de cómo 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 cualquier grado de incertidumbre, al predecir los efectos de una decisión en la organización. La disminución del grado de riesgo, dependerá de cómo esté diseñado el software que simula el sistema. Si el software es muy preciso, permitirá que la información generada se convierta en conocimiento práctico.

Además, a los modelos se les puede dar muchos usos, desde la representación de un sistema hasta la explicación de un fenómeno particular en un sistema. Teniendo en cuenta lo anterior, es importante que se haga un correcto uso de los modelos para que estos generen el resultado deseado. La simulación usando modelos, permitirá simular cualquier cantidad de escenarios variables con resultados prácticamente al instante, determinando tendencias matemáticas que usando solos modelos no podría obtenerse. Igualmente, los encargados de tomar decisiones pueden realizar el proceso rápidamente, no requieren de solicitar informes que pueden tardar días para saber qué decisión puede ser elegida.

Esto aventaja una situación donde la información se obtiene a través de experiencias en el tiempo, usualmente al modo de prueba y error con la pérdida de rendimientos que esto conlleva.

Por otro lado, para desarrollar este sistema, la IE propone el diseño y creación de un sistema. Este concebirá en su estructura la evolución, mediante la cual un sistema pueda cambiar su estructura y procesos profundos autónomamente, en la medida que lo requiera (Ulieru & Doursat, 2010).

Referencias.

- 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.
- 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 atheoretical: 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.
- R. M., D. M., R. S., & D. G. (2006). *Complexity and Organization: Readings and Conversations* (1 ed.). London: Routledge.
- 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.