



**LA COMPLEJIDAD DE LA CULTURA ORIENTADA A LA
INNOVACIÓN EN UNA INSTITUCIÓN PRESTADORA DE
SERVICIOS DE SALUD**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Rodrigo Martínez Díaz, MSc., PhD.

Director: Ing. Carlos Eduardo Cobo, MSc.

Grupo de Investigación Humanismo y Gestión

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA ORGANIZACIÓN
SANTIAGO DE CALI**

2019



TRABAJO DE INVESTIGACION

**Como requisito parcial para optar al título de Magister en Ciencias de la
Organización**

**LA COMPLEJIDAD DE LA CULTURA ORIENTADA A LA
INNOVACIÓN EN UNA INSTITUCIÓN PRESTADORA DE
SERVICIOS DE SALUD**

Rodrigo Martínez Díaz, MSc., PhD.

Director: Ing. Carlos Eduardo Cobo, MSc.

Grupo de Investigación Humanismo y Gestión

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA ORGANIZACIÓN
SANTIAGO DE CALI**

2019

Resumen

Los avances en una variedad de ciencias que se agrupan en un conjunto conocido como *ciencias de la complejidad* han posibilitado la investigación de los problemas reales que debe afrontar hoy la humanidad, desde una nueva visión del mundo que permite interpretar apropiadamente los fenómenos complejos que suceden permanentemente a nuestro alrededor.

En esta investigación se realiza inicialmente una revisión de los fundamentos teóricos que soportan las ciencias de la complejidad, la cultura y la innovación organizacionales sobre las bases científicas existentes. Las dos últimas se problematizan por su concepción y estudio generalizado desde la visión de la corriente de pensamiento dominante como fenómenos de lineales, predecibles, deterministas y controlables y se enfoca su estudio desde la perspectiva de la complejidad bajo cuya mirada se concluye que la contrastación de sus propiedades con las de los sistemas complejos permite concluir que conllevan las características de los sistemas complejos adaptativos y por tanto deben estudiarse con teorías y herramientas que permitan incluir sus dinámicas no lineales, su emergencia, evolución e impredecibilidad, en la medida en que el tiempo transcurre.

Para el logro de estos propósitos se construye una sociedad artificial multiagente que imita al grupo de funcionarios de una unidad médica en una institución prestadora de servicios de salud. Se implementa un laboratorio virtual o *in silico* que permite la ejecución de experimentos virtuales sin las limitaciones éticas o de costos propias de los experimentos convencionales que involucran personas reales. Las interacciones entre los individuos y las interrelaciones de este conglomerado con el medio se modelan y visualizan a través de simulaciones en agentes computacionales (ABMS) y en ambientes de redes complejas (ARS) para diferentes escenarios de interés modificando los valores de los parámetros y los umbrales de decisión a voluntad del investigador.

Los resultados de estos experimentos permiten explicar el fenómeno de la emergencia y evolución de los patrones de adopción/difusión de la innovación resultantes de las micro-acciones de los individuos que generan el macro-comportamiento grupal y el examen de la conexión micro-macro. La interpretación de la información proporcionada por la evolución de las redes hace posible descifrar, entre otros importantes aspectos, la estructura informal de la organización, la formación y consolidación de comunidades, subgrupos o clústeres culturales correspondientes a subculturas y la capacidad de intermediación de cada funcionario (*betweenes*) que indica el dominio que los actores tienen sobre la información, de manera que pueden permitir u obstaculizar el flujo de esta, modificarla o tergiversarla de acuerdo con sus intereses individuales. Esto permite estimar su poder comunicacional y por tanto algo similar a un *liderazgo en la sombra*.

Palabras Clave: Emergencia; Evolución; No linealidad; Dinámica; Complejidad; Sistemas Complejos Adaptativos; Redes Complejas; Agentes Computacionales.

Summary

Advances in a variety of sciences that are grouped into a set known as the *complexity sciences* have made possible the investigation of the real problems that humanity must face today, from a new vision of the world that allows to properly interpret the complex phenomena that occur permanently around us.

In this research, a review is initially made of the theoretical foundations that support the sciences of complexity, culture and organizational innovation on the existing scientific bases. The last two are problematized by their conception and generalized study from the perspective of the mainstream of thought as linear, predictable, deterministic and controllable phenomena, and their study is focused from the perspective of complexity, from whose view it is concluded that the contrast of their properties with those of complex systems allows us to conclude that they carry the characteristics of adaptive complex systems and therefore must be studied with theories and tools that allow us to include their non-linear dynamics, their emergence, evolution and unpredictability, to the extent that time elapses.

To achieve these purposes, an artificial multi-agent society is built that imitates the group of officials of a medical unit in an institution that provides health services. A virtual or *in silico* laboratory is implemented that allows the execution of virtual experiments without the ethical or cost limitations typical of conventional experiments involving real people. The interactions between individuals and the interrelationships of this cluster with the environment are modeled and visualized through simulations in computer agents (ABMS) and in complex network environments (ARS) for different scenarios of interest, modifying the values of the parameters and the decision thresholds at the discretion of the researcher.

The results of these experiments allow us to explain the phenomenon of the emergence and evolution of the adoption / diffusion patterns of innovation resulting from the micro-actions of the individuals that generate group macro-behavior and the examination of the micro-macro connection. The interpretation of the information provided by the evolution of the networks makes it possible to decipher, among other important aspects, the informal structure of the organization, the formation and consolidation of communities, subgroups or cultural clusters corresponding to subcultures and the intermediation capacity of each official (betweenes) that indicates the domain that the actors have over the information, so that they can allow or hinder the flow of it, modify it or distort it according to their individual interests. This allows us to estimate their communicational power and therefore something similar to *shadow leadership*.

Key Words: Emergency; Evolution; Nonlinearity; Dynamic; Complexity; Adaptive Complex Systems; Complex Networks; Computational Agents.

Resumo

Os avanços em uma variedade de ciências agrupadas em um conjunto conhecido como *ciências da complexidade* tornaram possível a investigação dos problemas reais que a humanidade deve enfrentar hoje, a partir de uma nova visão do mundo que nos permite interpretar adequadamente os fenômenos complexos que estão acontecendo. permanentemente à nossa volta.

Nesta pesquisa, inicialmente é feita uma revisão dos fundamentos teóricos que apóiam as ciências da complexidade, cultura e inovação organizacional nas bases científicas existentes. Os dois últimos são problematizados por sua concepção e estudo generalizado a partir da perspectiva da corrente principal do pensamento como fenômenos lineares, previsíveis, determinísticos e controláveis, e seu estudo é focado a partir da perspectiva da complexidade, de cuja visão conclui que o contraste de suas propriedades com as de sistemas complexos nos permite concluir que elas carregam as características de sistemas complexos adaptativos e, portanto, devem ser estudadas com teorias e ferramentas que nos permitam incluir sua dinâmica não linear, sua emergência, evolução e imprevisibilidade, na medida em que o tempo decorre.

Para atingir esses objetivos, é construída uma sociedade artificial de múltiplos agentes que imita o grupo de funcionários de uma unidade médica de uma instituição que presta serviços de saúde. É implementado um laboratório virtual ou *in silico* que permite a execução de experimentos virtuais sem as limitações éticas ou de custo típicas de experimentos convencionais envolvendo pessoas reais. As interações entre indivíduos e as inter-relações desse cluster com o ambiente são modeladas e visualizadas por meio de simulações em agentes informáticos (ABMS) e em ambientes complexos de rede (ARS) para diferentes cenários de interesse, modificando os valores dos parâmetros e os limiares de decisão a critério do pesquisador.

Os resultados desses experimentos nos permitem explicar o fenômeno do surgimento e evolução dos padrões de adoção / difusão da inovação resultantes das micro ações dos indivíduos que geram macro-comportamento de grupo e do exame da conexão de micro-macro. A interpretação das informações fornecidas pela evolução das redes possibilita decifrar, entre outros aspectos importantes, a estrutura informal da organização, a formação e consolidação de comunidades, subgrupos ou clusters culturais correspondentes a subculturas e a capacidade de intermediação de cada funcionário. (entre) que indica o domínio que os atores têm sobre as informações, para que possam permitir ou impedir o fluxo delas, modificá-las ou distorcê-las de acordo com seus interesses individuais. Isso nos permite estimar seu poder comunicacional e, portanto, algo semelhante à *liderança sombria*.

Palavras-Chave: Emergência; Evolução; Não linearidade; Dinâmica; Complexidade; Sistemas Complexos Adaptativos; Redes complexas; Agentes Computacionais.

Tabla de contenidos

Introducción	3
Las ciencias de la complejidad y el estudio de las organizaciones	3
La innovación en las organizaciones y su percepción desde la complejidad	4
La cultura organizacional, su impacto en la innovación y su condición compleja....	5
Innovación y cultura organizacional	7
La estructura de este documento	7
Capítulo 1 El problema de Investigación	9
1.1 Formulación del problema de investigación	9
1.2 Las Preguntas de la investigación	11
1.2.1 Principal.....	11
1.2.2 Secundarias	11
1.3 Objetivos de la Investigación.....	11
1.3.1 Objetivo General	11
1.3.2 Objetivos Específicos:	12
1.4 Justificación	12
Capítulo 2 Fundamentación Teórica y Conceptual	13
2.1 Marco Teórico de las Ciencias de la Complejidad	13
2.1.1 Las concepciones de la complejidad.	15
2.1.2 Las ciencias o teorías asociadas a la complejidad.....	17
2.1.3 La Clasificación de los Fenómenos Dinámicos.	20
2.1.4 El caso del Paro Agrario Nacional en Colombia	22
2.1.5 Las Propiedades de los Sistemas Complejos.	23
2.1.6 Los Sistemas Complejos Adaptativos.	23
2.2 Marco Teórico de la Cultura.....	26
2.2.1 La cultura organizacional	26
2.3 Marco Teórico de la Innovación Organizacional	30
2.3.1 El proceso de innovación.....	32
2.3.2 La complejidad de la innovación y sus etapas.....	35
Capítulo 3 Diseño Metodológico.....	40
3.1 El Estudio de Caso.....	42
3.2 La población y la muestra.	42

3.3 Las Técnicas de Investigación.....	43
3.4 El cuestionario	43
Capítulo 4 Estudio empírico y resultados	46
4.1 El Modelo.....	46
4.2 Las Características de los Potenciales Innovadores	48
4.3 La Adopción de la Innovación en las Prestadoras de Servicios de Salud	48
4.4 La Selección del Modelo de Influencia Social.....	48
4.5 Los Recursos e Instrumentos.....	49
4.6 Los Experimentos.	49
4.7 Las Redes Complejas en esta Investigación.....	50
▪ El modelo para redes.	51
4.8 El ABMS en este trabajo.....	51
▪ El modelo de simulación ABMS.	52
4.9 Las Simulaciones y Resultados.....	53
Capítulo 5 Conclusiones y Recomendaciones	65
REFERENCIAS	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Las Ciencias de la Complejidad _____	17
Figura 2 Configuraciones de Red _____	20
Figura 3 Marco Conceptual de la Cultura Organizacional de Allaire & Firsirotu _____	29
Figura 4 El proceso de Innovación _____	32
Figura 5 Características de los Adoptantes _____	35
Figura 6 El Comportamiento Complejo Adaptativo _____	37
Figura 7 Interface NetLogo _____	54
Figura 8 Sistema Inicial _____	55
Figura 9 Red Sistema Inicial _____	56
Figura 10 Influencia Mass Media _____	57
Figura 11 Red_Influencia Mass Media _____	58
Figura 12 Influencia Interna _____	59
Figura 13 Red Influencia Interna _____	60
Figura 14 Influencia Repulsiva _____	61
Figura 15 Red Influencia Repulsiva _____	62
Figura 16 Nuevo Personal _____	63
Figura 17 Red Nuevo Personal _____	64

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Limitaciones de los Métodos Actuales de Investigación Vs. ABMS _____	47
--	----

LISTA DE ANEXOS

Anexo A Cuestionario de información socio-demográfica y medición de la cultura de la innovación	84
---	----

Dedicatoria

A la memoria de mi querida madre Ofelia, quien siempre me impulsó y apoyo decididamente para seguir avanzando constantemente en mis estudios.

Agradecimientos

El autor expresa su gratitud a su director Ingeniero Carlos Eduardo Cobo Profesor Titular de la Universidad del Valle, por su orientación y aportes críticos a todo lo largo del desarrollo del trabajo.

Agradecimientos especiales para mi hermana María Nazly quien me ha brindado todo el apoyo familiar necesario durante el desarrollo y la culminación de este trabajo. Para Olga Nancy y mis hijos Rodrigo Alberto, Rodrigo José y Natalia que debieron soportar mi dedicación a las labores académicas restando tiempo para su atención.

A María Teresa, Neil, Amparo, Diego y Damaris funcionarios de la Biblioteca de la Universidad del Valle y demás personal por su excelente disposición y amabilidad en cuanto a consultas, consecución de artículos, libros y demás material bibliográfico solicitado.

Introducción

Las ciencias de la complejidad y el estudio de las organizaciones

Los problemas de las organizaciones se han venido tratando a través de los enfoques clásicos lineales con base en la visión reduccionista, mecanicista y determinista que pretende comprender el comportamiento de los sistemas en consonancia con el paradigma cartesiano fragmentándolos en sus componentes y estudiando el comportamiento y las relaciones entre las partes individuales en la idea que “*un conocimiento detallado de las partes es representativo del comportamiento del sistema como un todo*” (McCarthy, Rakotobe-Joel, & Frizelle, 2000, p. 561). De esta manera la cultura organizacional, la innovación, la gestión del aprendizaje, la gestión del conocimiento, la cultura y demás fenómenos organizacionales en general, son objeto de estudio con base en metodologías cualitativas que buscan profundizar en los aspectos propios de una organización, y en metodologías cuantitativas que tratan de encontrar y explicar regularidades realizando correlaciones y generando inferencias a través de estadísticos para aplicar el análisis multivariante, en la generalidad de los casos.

En la investigación basada en esas perspectivas se ha eludido la no linealidad, la incertidumbre y la impredecibilidad que se imponen en la vida actual optando por las condiciones de confort, de equilibrio y relativa certidumbre de épocas pasadas, que hoy pierden validez ante el cambio acelerado en todas las esferas de la vida. Sin ambages, la complejidad en aumento en el mundo de las organizaciones se impone y obliga a indagar sobre nuevos criterios en la búsqueda de solución a las problemáticas complejas¹ de la organización contemporánea, ya que los métodos tradicionales se aprecian no suficientes completamente para el tratamiento de los actuales desafíos organizacionales. En esta investigación las ciencias de la complejidad se aplican para entender y explicar la emergencia y evolución de la difusión de las innovaciones en una entidad prestadora de servicios de salud.

La emergencia se entiende como la aparición de estructuras, patrones y propiedades novedosas y coherentes mientras en un sistema complejo ocurre la autoorganización. Los fenómenos emergentes ocurren en el nivel macro a diferencia de los componentes y procesos a nivel micro de los cuales surgen (Goldstein, 1999).

¹ Complejas en el sentido de las ciencias de la complejidad. No como adjetivo o adverbio.

La innovación en las organizaciones y su percepción desde la complejidad

Como se expuso anteriormente, fenómenos organizacionales como la innovación, que se reconoce jugando un papel central en la creación de valor y en el sostenimiento de ventaja competitiva y cuya significancia no se limita a las organizaciones de negocios sino a cualquier tipo de conglomerado humano (Baregheh et al., 2009), y la cultura organizacional, entre otros, se estudian con herramientas desactualizadas a la realidad del contexto actual de las organizaciones. Aunque se debe reconocer que desde hace bastante tiempo se ha estudiado de esta forma sobre la innovación organizacional produciéndose una gran cantidad de trabajos sobre sus diversos aspectos y posibilidades y por tanto un fructífero aporte a la literatura sobre el tema (Quinn, 2000). Una similar situación se percibe respecto de la cultura organizacional.

En cuanto a la atención de la salud a nivel mundial, se puede afirmar que hoy enfrenta una necesidad constante de adaptación, aprendizaje y desarrollo en la búsqueda de la satisfacción de las necesidades de los pacientes, proveedores y contribuyentes. La innovación ha sido considerada como una capacidad esencial para abordar esta problemática en las organizaciones de salud, por lo que el interés por comprender como los procesos de innovación pueden abordar los desafíos de hoy en la atención médica va en aumento (Larisch et al., 2016).

La interpretación de las dinámicas de la innovación en los sistemas de salud es de interés para los formuladores de políticas quienes desean entenderlas para mejorar la eficiencia y optimizar los costos de los servicios de la salud pública y obviamente también para los científicos sociales y los médicos (Lehoux et al., 2008);(Omachonu & Einspruch, 2010). La ejecución de programa de innovación en sistemas de salud altamente regulados debe superar las barreras sociales y cognitivas de las profesiones médicas (Ferlie et al., 2005). Se debe tener claridad en el sentido que los procesos de innovación son fenómenos complejos, no lineales que para su transformación exigen estrategias más amplias y sutiles (Lehoux et al., 2008) que cuando esta clase de operaciones tratan de hacerse sobre sistemas simples.

La innovación en cualquier entorno de cuidado de la salud debe entenderse en un contexto diferente. La transformación de cómo se prestan los servicios de salud y el cambio organizativo implícito constituyen la innovación. Dentro del sector público, el motivo del beneficio no debe considerarse como el único impulsor de la innovación. Una dificultad para la innovación en servicios de salud se presenta cuando los médicos y los clínicos como profesionales con autonomía restringida que no desean aprender de los demás miembros de sus equipos para mejorar la atención, perciben los esfuerzos de cambio organizacional generando una especie de crisis existencial (Ezziane, 2012). Para Øvretveit y otros (2012), el conocimiento sobre cómo se forman, desarrollan y difunden las innovaciones en la atención médica está relativamente poco desarrollado, especialmente en la atención médica pública (Øvretveit et al., 2012).

En el campo de la innovación “*Colombia presenta un escenario amplio en posibilidades y complejo en necesidades para afrontar los retos de implementar innovaciones en salud*” (Ruiz-Ibañez, 2012, p. 10) . Se requiere con urgencia desarrollar o adoptar innovaciones en el sistema de salud, las cuales deberán ser realizadas con la participación de profesionales experimentados en la gestión de la innovación (Ruiz-Ibañez, 2012).

Para los propósitos de esta investigación es pertinente precisar que los sistemas de cuidado de la salud se han interpretado como sistemas complejos adaptativos² (Plsek, 2003);(Carlos Eduardo Maldonado et al., 2019). En contraposición al concepto tradicional de estructuras jerárquicas lineales asignado a los sistemas de salud, hoy a la luz de los desarrollos en las ciencias de la complejidad, se consideran como fenómenos con leyes de interacción no-lineales, auto-organizados y con propiedades emergentes (Martínez-García & Hernández-Lemus, 2013). Desde esta postura se interpretan los sistemas de salud en esta investigación.

En cuanto a la innovación, es claro que las organizaciones deben permanecer en una constante disposición para responder lo más rápidamente a los cambios y auto-adaptarse a estos para mantenerse y sobrevivir. La innovación es interpretada como un “*proceso multi-etapas en donde las organizaciones transforman ideas en productos nuevos o mejorados*” (Baregheh et al., 2009, p. 1) que presenta la perspectiva de un sistema complejo adaptativo, muchos de sus procesos y técnicas se encuentran interactuando cerradamente en ambientes dinámicos, inciertos y turbulentos (Vieira et al., 2010). Además, los mecanismos que gobiernan los procesos de innovación son complejos. No pueden escapar a la no-linealidad, a la toma de riesgos, a la incertidumbre y la emergencia (Pierpaololo, 2011) (Andrew H. Van de Ven & Polley, 2001);(Camisón & Villar-López, 2014). Al igual que los sistemas de salud, la innovación también es considerada como un fenómeno complejo adaptativo en este trabajo.

La cultura organizacional, su impacto en la innovación y su condición compleja

Otro de los fenómenos involucrados en esta investigación es la cultura organizacional que se interpreta como una propiedad colectiva que influencia en buena medida el comportamiento de los individuos y los grupos en las organizaciones. Tiene un gran impacto sobre el devenir de la vida organizacional y empresarial y su incidencia es notoria sobre factores organizacionales como la gestión del conocimiento (A. Gold, 2001; Nonaka & Takeuchi, 1995; De Long & Liam Fahey, 2000; Holowetzki, 2002; Viriyakul, 2011), el aprendizaje organizacional (Mazutis & Slawinski, 2008; Schein, 2004a), que son factores indispensables para alcanzar las metas organizacionales. Puede aportar como fuente de ventaja competitiva sostenida (Barney, 1986) o como un factor que estimula u obstruye la creatividad (Abridah, 2012) y la innovación o la difusión de nuevas tecnologías (Cabrera et al.,

² Un sistema complejo adaptativo es una colección de agentes individuales que pueden actuar en formas que nos son totalmente predecibles. Las acciones un agente cambian el contexto para los demás agentes. El sistema inmune es un ejemplo (Plsek, 2003).

1999)(March-Chorda & Moser, 2010; Baldwin, 1995; Julve J., Planagumà L., & Trayter J., 2009; Ahmed, Sheperd, Ramos Garza, & Ramos Garza, 2012; Poškiene, 2006) (Kenny & Reedy, 2006). La estrategia, la estructura y las operaciones son afectadas por la cultura organizacional (Dauber et al., 2010). La cultura organizacional puede soportar el establecimiento de una cultura de seguridad y la implementación de programas de aseguramiento de la calidad (Clark, 2002; Choudhry, Fang, & Mohamed, 2007) (Millington & Schultz, 2009). En Colombia, la investigación sobre la cultura organizacional es un asunto apenas embrionario (Ruiz & Naranjo, 2012). Los trabajos sobre la cultura organizacional en el país son escasos (Bernal Giraldo et al., 2011).

Pero es claro desde el punto de vista de esta investigación, que la cultura organizacional es un fenómeno social complejo³ inventado por el hombre en el transcurso de los tiempos evolucionando debido a las interrelaciones, interacciones e influencias entre los seres humanos en una organización y entre estos y el entorno (Seel, 2000), que *emerge* como patrones de comportamiento colectivo en el macro-nivel, producto de las micro-interacciones entre los individuos interactuando en el micro-nivel (*bottom-up*). La emergencia es una propiedad de la totalidad que no puede ser reducida ni explicada a través del comportamiento de sus partes debido principalmente a la no linealidad de las interacciones mutuas, no predictibles entre ellas (Gabora, 2001). El comportamiento grupal de los individuos en el macro-nivel es una cultura organizacional. Es de precisar que aunque se perciben analogías con la evolución biológica, hay diferencias de fondo: “*la cultura es una nueva forma de evolución*” (Gabora, 2001), un sistema abierto⁴ que *evoluciona* cuando otras nuevas y más dominantes creencias son aceptadas y activan dispositivos de *adaptación* a las influencias del entorno (Morris et al., 2011).

La cultura organizacional posee las características de un *sistema complejo adaptativo* por lo que puede explicarse de mejor manera desde las ciencias de la complejidad, que desde las metodologías clásicas con posturas funcionalistas positivas en donde aparecen vacíos que obstruyen la comprensión de la emergencia y evolución cultural en las organizaciones. Esta visión resulta simplista, reduccionista y mecanicista (Seel, 2000) y por tanto, incompetente para detectar la complejidad de las organizaciones eludiendo la impredecibilidad e incertidumbre connaturales a ellas (Plsek & Greenhalgh, 2001; Stacey, 1991). En esta

³ Los términos complejidad y complejo se utilizan en esta investigación como referidos a las Ciencias o Paradigma de la Complejidad entendidos como ciencias. En ningún caso se emplean en este trabajo como adjetivos o adverbios a la manera de atributos de los fenómenos y sistemas. Se refieren a fenómenos o sistemas que presentan comportamiento no-lineal, turbulento y se requieren herramientas apropiadas para comprenderlos y explicarlos. Son justamente las ciencias de la complejidad (C. E. Maldonado & Gómez C., 2011, p. 34)

⁴ Son conjuntos de elementos que pueden importar y procesar materia, energía e información del medio circundante. Es una característica de los sistemas vivos que establecen intercambios constantes con el ambiente los cuales determinan sus estados, su capacidad de reproducción y continuidad. Extraen orden del medio para reemplazar el desorden producido por sus procesos vitales (Bertoglio, 1993).

investigación la cultura organizacional se interpreta como un sistema complejo adaptativo⁵.

Innovación y cultura organizacional

Esta es una relación robusta cuya temática ha venido siendo investigada intensivamente en las últimas décadas. En los estudios realizados la cultura organizacional ha sido considerada como un factor contribuyente al comportamiento creativo e innovador en las organizaciones (E. Martins & Martins, 2002). El estudio de la cultura organizacional involucra una diversidad de variables que han conducido a una concepción fragmentada de lo que representa una cultura para la innovación, dificultando su apropiación por parte de las teorías de la gestión. Para este último fin la práctica managerial requiere de una estructura subyacente para concluir sobre qué el tipo de cultura que resulta apropiada para impulsar la innovación, incluyendo la verificación de su efectividad y eficiencia organizacional (Büschgens et al., 2013). La literatura revela que la cultura organizacional se constituye en un factor primordial para impulsar la innovación, pero no se debe olvidar el paradójico el hecho de que la cultura organizacional puede promover la innovación y la creatividad, que son importantes para la competitividad y el éxito, pero también puede ser un obstáculo para el logro de estos factores y por tanto los esfuerzos organizacionales deben estar dirigidos a promover una cultura innovadora⁶ y no dedicados exclusivamente a la generación de productos o procesos nuevos (Julia C. Naranjo-Valencia & Calderon-Hernández, 2018). Finalmente, es clara la fuerte relación existente entre la cultura organizacional y la innovación. En este trabajo ese vínculo se estudia desde la perspectiva de las ciencias de la complejidad, permitiendo visualizar la emergencia y evolución del fenómeno ante diferentes condiciones de las variables involucradas, en una entidad prestadora de servicios de salud en la Ciudad de Cali.

La estructura de este documento

El documento se organiza de la siguiente forma: En el Capítulo 1 se exponen los argumentos que sustentan el problema de investigación, su formulación, las preguntas de investigación, los objetivos, la justificación y la importancia del estudio. El Capítulo 2 se enfoca sobre los conceptos para los marcos teóricos de las ciencias de la complejidad, la ciencia de redes, la innovación y la cultura organizacional, su descripción, conceptos y orígenes. El Capítulo 3

⁵ Un sistema es complejo adaptativo si tiene la propiedad de modificarse o cambiarse aprendiendo de las experiencias. Se caracterizan por una novedad perpetua. Los sistemas complejos adaptativos (CAS) comprenden un campo de estudio de alto nivel de abstracción y su correspondiente marco de referencia, desafiando la investigación reduccionista, para el estudio de los sistemas naturales y artificiales que resultan impermeables a las técnicas tradicionales de análisis (Waldrop, 1994);(Holland, 1995);(Brownlee, 2007).

⁶ Cultura orientada a la innovación, cultura de innovación, cultura de apoyo a la innovación y cultura innovadora son expresiones con similar significado en esta investigación.

se ocupa del diseño metodológico de la investigación. Se incluye un estudio exploratorio cuantitativo instrumentalizado con un cuestionario para obtener la opinión de todos los funcionarios del área en cuanto a los aspectos teóricos sobre las categorías de los adoptantes. El Capítulo 4 se dedica a los pormenores del estudio empírico y los resultados. Se diseña de un modelo multiagente que permita simular la sociedad artificial que corresponde al grupo bajo estudio. Se realizan los experimentos computacionales ejecutando corridas de simulación del modelo multiagente y del modelo en redes que permiten visualizar y explicar la emergencia y evolución de la difusión de las innovaciones modificando los parámetros de las variables involucradas. En el Capítulo 5 se consigan las conclusiones y recomendaciones que surgen como resultado de este estudio.

Capítulo 1 El problema de Investigación

1.1 Formulación del problema de investigación

La innovación, a nivel mundial, se considera como un fenómeno precursor de ventaja competitiva para las organizaciones que hoy deben enfrentar un ambiente globalizado y en extremo competitivo sujeto a cambios tecnológicos repentinos y constantes y a la escasez de recursos (Schomberg & Blok, 2018). Por tanto, las organizaciones deben ser innovadoras para sobrevivir y prosperar en estos entornos cambiantes e inciertos (Demircioglu, 2016).

En Colombia según González (2012) las empresas presentan un índice de mortalidad particularmente alto y un puesto 71 en innovación en el ranking mundial del Global Innovation Index. En este sentido el problema colombiano exhibe diferentes facetas entre otras la escasez de estudios empíricos que dificulta la medición de sus dimensiones reales. Aunque la innovación es parte estructural para el desarrollo de un país, la innovación en Colombia es al menos incipiente y si se desea construir una cultura de la innovación es indispensable una educación de alta calidad (González, 2010).

Los países menos desarrollados como Colombia están afectados por un síndrome de “*círculo vicioso*” en el que está inmersa la innovación: “*esta requiere una rentabilidad sostenida, pero a su vez, la rentabilidad se ve afectada negativamente por un pasado fallido en (o ausente de) los procesos de innovación*” (Hernandez, Umaña, 2008, p. 114). Los procesos de innovación de producto, proceso, mercados resultan fuera del ámbito de la empresa (Hernandez, Umaña, 2008). De acuerdo con el diagnóstico del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) se afirma que “*el problema central ha sido la baja capacidad del país para identificar, integrar, producir usar e integrar conocimiento*” (CONPES, 2009). El primer factor de este diagnóstico indica que “*existen bajos niveles de innovación en las empresas*”.

Bolívar Yepes (2011) menciona otros factores problemáticos definidos en el documento Conpes (2009) para la innovación en Colombia. En segundo lugar, se encuentra “*la débil institucionalidad del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación SNCTeI*”; como un tercer elemento considera “*el insuficiente recurso humano para la investigación y la innovación*”. Un cuarto componente es “*la baja apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación*”. En sexto lugar se encuentra: “*la ausencia de focalización en áreas estratégicas de largo plazo*” y en el séptimo puesto ubica “*las disparidades regionales en capacidades científicas y tecnológicas*” (Bolívar Yepes, 2011). Aunque algunos estudios muestran esfuerzos en la formulación de políticas públicas tendientes a la generación de conocimiento e innovación, también evidencian la existencia de procesos de innovación no planeados y basados en la imitación y un desempeño precario en cuanto a patentes. En el aspecto metodológico se han elaborado trabajos empíricos explicativos con incipientes progresos y aplicación restringida de metodologías cuantitativas (Julia Clemencia Naranjo-Valencia & Calderon-Hernández, 2010).

De acuerdo con la exposición anterior se puede apreciar que la innovación organizacional en Colombia presenta diferentes falencias y un manifiesto atraso a nivel mundial. Además, la

innovación en el sector de la salud, al que se dedica esta investigación, no escapa a esta realidad problemática: “Colombia presenta un escenario amplio en posibilidades y complejo en necesidades para afrontar los retos de implementar innovaciones en salud” (Ruiz-Ibañez, 2012, p. 10).

Aunque se vienen realizando continuas reformas al sistema de salud colombiano desde los años 90, se puede percibir que esos cambios no logran satisfacer las expectativas de garantía de los derechos de protección de la salud que favorezcan una vida digna y saludable. Los sistemas encargados han utilizado los mecanismos de mercado a través de asociaciones económico-financieras que no logran la inclusión de todos los ciudadanos ni el acceso pleno a los servicios de salud de sus afiliados, además de evidenciar el deterioro de las políticas de salud pública (Cardona, 2009). Desde otra arista es importante resaltar que a pesar de las dificultades mencionadas, la evolución en el campo de la ingeniería biomédica en el país ha logrado importantes realizaciones que son factor de motivación para los equipos de investigación en salud en la idea de proseguir en la generación de ideas innovadoras y en la búsqueda de apoyo para su implementación (Ruiz-Ibañez, 2012).

El tratamiento de la cultura y la innovación organizacional a partir de las metodologías clásicas resulta inconveniente, ya que estos son fenómenos complejos, como se demuestra más adelante, y su comportamiento en muchas ocasiones resulta contraintuitivo. Por tanto, las metodologías clásicas resultan insuficientes para explicar la emergencia y evolución de los fenómenos bajo estudio. Por otra parte, se debe tener en cuenta que la innovación organizacional en todas sus formas es impactada por la cultura organizacional, un factor clave decisivo para la excelencia organizacional (Schein H., 1984), considerado como un terreno crucial para la innovación, aunque de manera aislada no garantice el desarrollo de la innovación (Kaasa & Vadi, 2008). La interrelación de los dos fenómenos que son inherentemente complejos *per se* es de difícil explicación con la utilización de métodos típicos. En este trabajo esa complejidad es tomada en cuenta por que se utiliza la metodología de modelamiento y simulación con agentes.

El modelamiento y la simulación es una tercera forma de hacer ciencia a través de experimentos mentales, diferente y complementaria a la inducción y la deducción como los modos científicos habituales de hacer ciencia (Axelrod, 2005)(Waldrop, 1994)(Martínez Díaz & Zapata Domínguez, 2013), que no constituye una anulación de las anteriores sino una posibilidad inexplorada de triangulación metodológica (de Marchi, 2005) y un nuevo método analítico para las ciencias sociales, convirtiéndose en una estrategia para el tratamiento de la complejidad social y los mecanismos que la producen (Leonardo G. Rodríguez Zoya & Roggero, 2014), con posibilidades novedosas para la realización de trabajos efectivamente interdisciplinarios o transdisciplinarios (García, 2006) que permiten integrar diversas ramas del conocimiento, colocando el énfasis en los comportamientos complejos, lo temporal y lo inestable (Wallerstein, 1995).

La facilidad de integración de datos empíricos cualitativos, cuantitativos y experimentales propia del modelamiento y simulación en agentes (Leonardo Gabriel Rodríguez Zoya & Roggero, 2015) los hacen apropiados para los fines de esta investigación.

Como se percibe de los planteamientos anteriores, el problema de la innovación en Colombia presenta serios inconvenientes y retos tanto en la parte empresarial y educacional como en los asuntos que conciernen a la salud. Este trabajo aporta a la solución de la problemática expuesta y presenta una panorámica del estado de la cultura innovadora en una categoría de instituciones prestadoras de servicios de salud. Las explicaciones a través de mecanismos, como resultados de este proyecto, proporcionan lineamientos para la adopción de políticas del sector de la salud ya que los programas generan las dinámicas de los fenómenos estudiados y por tanto, pueden explicarlos. Es factible indagar sobre los efectos de cambios en las diferentes variables involucradas, considerados sus valores como tipos distintos de política. De esta manera se pueden evaluar *a priori* los impactos de diversas clases de políticas sociales atendiendo a los resultados de las simulaciones al modificar los valores de los parámetros de las variables. Las explicaciones, a partir de criterios normativos definidos de antemano, pueden iluminar senderos que permitan cambiar algún aspecto concreto de la sociedad (García-Valdecasas, 2014).

1.2 Las Preguntas de la investigación

1.2.1 Principal

¿Cómo emerge y evoluciona la difusión/adopción de la cultura innovadora en una entidad prestadora de servicios de salud desde la perspectiva de la complejidad?

1.2.2 Secundarias

¿Cómo el modelamiento y la simulación, desde la perspectiva de la complejidad, aportan a la detección de la emergencia de patrones de comportamiento y estados organizacionales en la difusión/adopción de la innovación en una unidad de una entidad prestadora de servicios de salud?

¿Cómo el modelamiento y la simulación pueden aplicarse para la estructuración de políticas administrativas en una cultura orientada a la innovación, bajo el enfoque de la complejidad en una entidad prestadora de servicios de salud?

1.3 Objetivos de la Investigación

Se pretende abordar el problema fundamental de la difusión/adopción de las innovaciones en una entidad prestadora de servicios de salud de manera que se pueda visualizar la emergencia y evolución del fenómeno.

1.3.1 Objetivo General

Formular, modelar y simular un modelo generativo ABMS de la difusión/adopción en la cultura innovadora de una entidad prestadora de servicios de salud basado en la perspectiva de las ciencias de la complejidad, para explicar los fenómenos críticos que pueden emerger y evolucionar como resultado de la interacción entre los agentes autónomos del sistema.

1.3.2 Objetivos Específicos:

- i. Modelar y simular el fenómeno de la difusión/adopción de la innovación en una entidad prestadora de servicios de salud que desde la perspectiva de la complejidad permita detectar la emergencia y evolución de los patrones de comportamiento y de los estados del sistema para diferentes escenarios de interés.
- ii. Demostrar cómo a partir de los resultados del modelamiento y la simulación de una cultura orientada a la innovación emergen ideas, desde el punto de vista de la complejidad, aplicables a la gestión de las organizaciones del sector salud.

1.4 Justificación

- Los trabajos sobre la cultura de la innovación desde la perspectiva de la complejidad en las instituciones prestadoras de servicios de salud son escasos en Colombia.
- Los resultados pueden ser utilizados en la implementación de políticas para la toma de decisiones en programas sobre cultura innovadora en las instituciones prestadoras de servicios de salud en Colombia.
- Este trabajo aporta en el proceso de adaptación organizacional de las instituciones prestadoras de servicios de salud colombianas.

Importancia del estudio

La importancia de esta investigación se centra en:

- Aportar a la literatura sobre los procesos de innovación en las instituciones prestadoras de servicios de salud de la ciudad de Cali, los cuales son escasos.
- Proporcionar un mejor entendimiento de las relaciones complejas entre la cultura y la innovación organizacional en las instituciones prestadoras de servicios de salud.
- Expandir nuestro entendimiento, desde el punto de vista de la complejidad, sobre cómo o qué tipo de cultura resulta más favorable al cambio organizacional hacia el logro de una cultura de la innovación en las instituciones prestadoras de servicios de salud.

Capítulo 2 Fundamentación Teórica y Conceptual

2.1 Marco Teórico de las Ciencias de la Complejidad

Las ciencias de la complejidad integran los conocimientos de diferentes campos de la ciencia como la física, las matemáticas, la sociología, la biología, la química (Kauffman, 1995, 1993) la simulación computarizada, la inteligencia artificial y la evolución (Mitleton-Kelly & Land, 2004), superando las limitaciones del paradigma newtoniano. La complejidad implica emergencia, interdependencia, no linealidad y multicausalidad, impredecibilidad y la pérdida de las conexiones lineales causa-efecto (Bento, 2013), que se constituyen en instrumentos novedosos en los estudios de las organizaciones, la diversidad y el cambio (Walby, 2003; Mitleton-Kelly, 2003; Stacey, 1996). La complejidad conlleva una novedad trasladando las fronteras de la científicidad, más allá de los criterios mecanicistas, deterministas y reduccionistas de la ciencia moderna basada en el mecanicismo, el reduccionismo y el determinismo (Leonardo G. Rodríguez Zoya & Leónidas Aguirre, 2011).

La ciencia moderna referida anteriormente se entiende como la manera de concebir el mundo y el saber científico en occidente que se elaboró en los siglos XVI y XVII. Inició con el análisis de los fenómenos simples y de la física, ciencia reduccionista por excelencia, emergiendo como un ejemplo importante de como la mente humana proporciona sentido al aparente caos que se percibe en los fenómenos del mundo (San Miguel et al., 2005). Entre sus pilares se encuentra el método científico proveniente de las ideas de René Descartes en el siglo XVII, que es un proceso que se establece sobre aquello que es medible y repetible. Descartes fue el precursor del reduccionismo que puede caracterizarse en tres modalidades:

1. *El reduccionismo ontológico.* Se enfoca en la creencia de que la realidad es reducible a un número mínimo de entidades o componentes básicas. La realidad estaría constituida única y exclusivamente por entidades de naturaleza material, negando de plano el vitalismo o la existencia de cuerpo y alma.
2. *El reduccionismo metodológico.* Asegura que en ciencia la estrategia más apropiada consiste en la búsqueda de explicaciones en función de las entidades constituyentes básicas de objetos o procesos bajo estudio y;
3. *El reduccionismo teórico o epistemológico.* Es el proceso a través del cual una o varias teorías o leyes son absorbidas por otra de carácter más general o de mayor poder explicativo. Según Anderson la capacidad para reducirlo todo a leyes fundamentales simples no implica la habilidad para reconstruir el universo desde esas leyes. Los impedimentos para esta hipótesis constructorista son los cambios de escala ya que estos conllevan cambios en las propiedades que no se pueden predecir y la complejidad que, cuando crece, da lugar a la aparición propiedades nuevas o *propiedades emergentes* (P. W. Anderson, 1972, p.393).

Por otra parte, el *mecanicismo* es una doctrina que nació en el Siglo XVII a partir de los trabajos de Galileo, Huygens y Boyle que fue expuesto por Descartes. Sostiene que toda realidad natural

tiene una estructura similar a la de una máquina (Wikipedia.org, 2020). Su concepción es que el mundo funciona como una gran máquina cuyas partes interactúan con base en leyes deterministas. Esta corriente de pensamiento fue abandonada en el Siglo XIX con el advenimiento de disciplinas que no era factible explicar en términos mecánicos como la biología evolutiva. Se han elaborado reformulaciones a esta concepción inicial gestándose una escuela denominada la “Nueva Filosofía Mecanicista” (Ivarola, 2015).

Maldonado ha identificado cuatro rasgos característicos del determinismo:

1. El determinismo considera que el pasado contiene al presente y que el presente y el pasado contienen y determinan el futuro.
2. Se cree que grandes causas producen grandes efectos. Pero, la ciencia del caos ha permitido establecer que pequeñas causas pueden tener efectos desproporcionados e impredecibles.
3. Según esta doctrina si se reúnen las condiciones necesarias para que un fenómeno ocurra este fenómeno se producirá indefectiblemente.
4. El determinismo implica la filosofía del reduccionismo. “Ser determinista equivale a ser reduccionista”.

Entre los errores del determinismo Maldonado menciona: el desconocimiento de la aleatoriedad, de nuestra vivencia en un mundo esencialmente probabilístico, el olvido de las diferencias cualitativas entre pasado y futuro, que la flecha del tiempo es esencial y no puede desconocerse, también que existen procesos gratuitos, auto-organizados y emergentes que ocurren en la naturaleza y en la sociedad (Carlos Eduardo Maldonado, 2015).

Las ciencias de la complejidad tienen su génesis en la Teoría General de los Sistemas (TGS) propugnada por Ludwig von Bertalanffy en el año 1947, donde este autor propone un sistema como *un complejo de elementos interactuantes* y expone una ciencia general de *totalidades* formando grupos que tienen características y relaciones propias (Laszlo, 2002), que contrasta con el *reduccionismo* de la ciencia clásica y que él denomina como *perspectivismo*, argumentando que “*no es posible reducir los niveles biológico, del comportamiento y social al nivel más bajo de las construcciones y leyes de la física*”⁷(Bertalanffy, 1993). Por sistema se entiende (Ackoff, 2004) un conjunto de varios elementos como:

“un todo que no puede ser dividido en partes independientes. Por lo que se deduce que cada parte de un sistema tiene propiedades que se disipan cuando se aíslan del sistema, y cada sistema posee propiedades esenciales que no poseen ninguna de sus partes” (Ackoff, 2004, p. 29).

La premisa del pensamiento mecanicista clásico fundamentado en la relación causa-efecto simple y directa de *un todo exactamente igual a la suma de las partes* proveniente del paradigma analítico, resulta insuficiente para explicar un sistema como totalidad, ya que cuando los elementos de un sistema son aislados este pierde sus propiedades esenciales. A decir de Ackoff (2004) “*un sistema es un todo que no puede ser comprendido por medio del análisis*”. Otro método es necesario para

⁷ El fiscalismo es una doctrina de lo real. Todo lo que existe concreto es físico, todas las propiedades mentales son instanciadas en particulares físicos (Kim, 2014).

lograr la comprensión del comportamiento y las propiedades de los sistemas: *la síntesis*, que se ocupa de “*poner juntas las cosas*”, es la piedra angular del pensamiento sistémico. Pero, para la visión sistémica *el análisis y la síntesis* son procesos complementarios que deben combinarse. *El análisis* se centra sobre la estructura y revela cómo trabajan las cosas, generando conocimiento, *la síntesis* se ocupa de la función generando comprensión. *El análisis* permite *describir*, en tanto que *la síntesis* permite *explicar* (Ackoff, 2004).

2.1.1 Las concepciones de la complejidad. Existen diferentes concepciones ligadas al término complejidad. Se debe resaltar que se usa como adjetivo o un adverbio en muchos contextos diferentes (Erdi, 2010; Maldonado, 2001; Maldonado & Gómez C., 2011):

1) *Como Método.* Es la línea de más popularidad. No utiliza generalmente dispositivos matemáticos, físicos o biológicos. Tampoco acoge las ciencias computacionales o las teorías de la información. Se ocupa del *pensamiento complejo*, temática generada por la obra de (Morin, 1995);

2) *Como Cosmovisión. o Pensamiento Sistémico*, con diferencias a la complejidad como ciencia. Proviene de científicos como Bertalanffy, von Foester y R. Ashby de la Escuela de Palo Alto. Al igual que en el pensamiento complejo, complejo y complejidad tienen la connotación de adjetivo o adverbio, (Maldonado, 2001; Maldonado & Gómez C., 2011) y;

3) *Como Ciencia o Ciencias de la Complejidad.* Conlleva marcadas diferencias respecto a las dos anteriores, su lenguaje matemático, el uso de la teoría de la información y las ciencias computacionales no la hacen muy popular. Acoge la no linealidad, la geometría fractal, el caos, los atractores, las bifurcaciones, las estructuras disipativas, la autoorganización, las lógicas no clásicas, los sistemas abiertos, la inteligencia artificial, la vida artificial y las redes complejas entre sus conceptos y problemas. Nace en el Santa Fe Institute con aportes de científicos de las más altas calificaciones.

Maldonado (2010), afirma que la complejidad como ciencia tiene como rasgo fundamental: *la comprensión de la vida tal y como es y paralelamente tal y como podría ser.* Trata *la explicación del mundo*, una tarea científica y por tanto epistémica (Maldonado, 2001). Según este autor hay dos problemas esenciales de la complejidad:

1. El tiempo, que se asocia a la termodinámica del no-equilibrio (Prigogine, 1961);(C. E. Maldonado, 2011), es tratado ampliamente en las investigaciones de I.Prigogine (Prigogine, 1988) y es reconocido como una cuestión fundamental en el ambiente científico. El tiempo: a) no es una variable y b) es lo que determina la complejidad misma de un fenómeno o sistema (Carlos Eduardo Maldonado, 2016, p. 414)

2. La no-linealidad es un atributo propio de la complejidad, no es un problema evidente y puede interpretarse de diferentes maneras. Pero la opción más inmediata cuando se trabaja con sistemas no-lineales consiste en linealizar las no-linealidades, convirtiendo un sistema o fenómeno complejo en otro simple y de esta manera desdeñando las características dinámicas verdaderas del fenómeno o sistema al estudiarlo bajo la óptica de la linealidad. Esta alternativa es de uso común

en la “*cibernética y el pensamiento sistémico, pero es una solución que aporta poco a la comprensión de la complejidad misma de la no-linealidad*” (Carlos Eduardo Maldonado, 2016, p. 414).

En esta investigación se adopta la vertiente de la complejidad como ciencia⁸. El Instituto Santa Fe⁹ (SFI), cuna de los estudios sobre ciencias de la complejidad, suministra una descripción:

“La complejidad hace referencia a la condición del universo, integrado y a la vez demasiado rico y variado para que podamos entenderlo mediante los habituales métodos simples mecánicos o lineales. Mediante tales métodos podemos entender muchas partes del universo, pero los fenómenos más amplios y más intrínsecamente relacionados sólo pueden entenderse a través de principios y pautas; no detalladamente. La complejidad trata de la naturaleza de la emergencia, la innovación, el aprendizaje y la adaptación” <https://www.santafe.edu/>.

Las ciencias de la complejidad, por propia naturaleza, no se describen a través de definiciones, por lo que una forma apropiada para caracterizar la complejidad consiste en la descripción de las propiedades de sistemas fenómenos o comportamientos complejos, ya que se percibe unanimidad en cuanto a las propiedades de un sistema de este tipo (Maldonado, 2007; Maldonado, 2016b). La complejidad intenta examinar los fenómenos colectivos como la evolución de la vida, la formación de estructuras en todos los tipos de sociedad, la aparición de nuevas formas de agregación social, los *cambios de fase* como las revoluciones culturales, políticas y económicas.

Las ciencias de la complejidad se dedican al estudio de los sistemas de *complejidad creciente*, como sistemas que evolucionan en el tiempo a través de fenómenos de aprendizaje y adaptación, que responden a la irreversibilidad del tiempo, es decir a la *flecha del tiempo* y que se encuentran *lejos del equilibrio* (Prigogine, 1997). Pueden brindar mejores visiones, descripciones y entendimientos a las obtenidas por medio de las metodologías tradicionales para el estudio de las dinámicas y los procesos de cambio de los fenómenos físicos y biológicos, donde algunos aspectos de los sistemas vivos son olvidados o abandonados (Ramalingam et al., 2008) (Zimmerman, Lindberg, & Plsek, 1998). Además, proporcionan nuevas ideas sobre la naturaleza y su funcionamiento (Capra, 2010) y se ocupan de los fenómenos, comportamientos y sistemas para los cuales la ciencia normal parece agotada o insuficiente. O sea, de problemas de gran importancia y envergadura, problemas de frontera que no pueden ser explicados convenientemente mediante las técnicas y conceptos de una sola ciencia, sino que convocan al trabajo interdisciplinar y transdisciplinar (Maldonado, 2009). Es decir, al examen de problemas imposibles de abordar y menos de resolver a partir de fundamentaciones unidisciplinarias (Maldonado, 2013a). *Son ciencias de lo posible, más que de lo real*, a diferencia de la ciencia normal. El trabajo con las posibilidades conduce a pensar bien, pensar hasta en lo imposible (Maldonado, 2015) La complejidad muestra que los sistemas son creativos cuando se encuentran evolucionando en una zona denominada el *filo del caos* (Lewin & Regine, 2002; Kauffman, 1995; Waldrop, 1994).

⁸ En adelante esta investigación solo considera para su desarrollo, la complejidad como ciencia o ciencias.

⁹ El Instituto Santa Fe (SFI) es una organización privada de investigación multidisciplinar fundada en 1984 sin ánimo de lucro, dedicada al estudio de la complejidad y la educación a nivel mundial, <https://www.santafe.edu/>.

2.1.2 Las ciencias o teorías asociadas a la complejidad. Son diferentes ciencias inspiradas en dos trayectorias vinculadas a las cuestiones de cambio y diversidad (Ver Figura 1). Las teorías de la complejidad corresponden a un desarrollo transdisciplinar, por tanto la transferencia de conceptos entre diferentes disciplinas debe ser muy cuidadosa (Capra, 2010). Las ciencias de la complejidad (ciencias, teorías y modelos para el estudio de los sistemas dinámicos no lineales) involucran *la termodinámica del no equilibrio, la geometría fractal, la no linealidad, la teoría de las catástrofes, las lógicas no clásicas, la teoría del caos, la vida artificial y la teoría de las redes complejas* (Maldonado, 2009). Estas ciencias tratan con fenómenos que son impredecibles, incontrolables y no parametrizables. Además no se pueden explicar desde la causalidad (Maldonado, 2013b):

- **La termodinámica del no equilibrio.** La irreversibilidad es parte fundamental de la termodinámica actual, los sistemas dinámicos están lejos del equilibrio y no concuerdan con el equilibrio de la termodinámica clásica que conduce a la muerte. Esto evidencia una estructura del tiempo cada vez más compleja que implica la imposibilidad de explicar el futuro de un sistema complejo. (Prigogine, 1961, 1997; Gell-Mann, 2007; Kauffman, 2003; Reátegui, 2009).

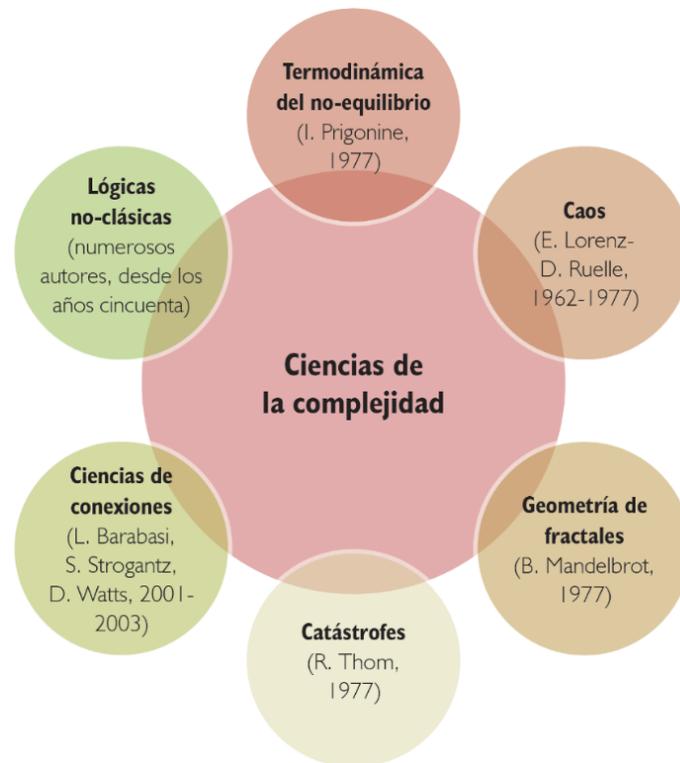


Figura 1 Las Ciencias de la Complejidad

Fuente: (Elizalde Prada, 2011)

- **La geometría fractal.** Esta ciencia se ocupa del estudio de objetos geométricos con estructura espacial autosimilar¹⁰. Mandelbrot acuñó el término *fractal* proveniente de la expresión *fractus* que viene de *frangere* y se interpreta como *romper en pedazos*, pero *fractus* también indica que algo *es irregular*, lo cual resulta afortunado para la descripción que se pretende hacer (Mandelbrot, 2009). La denominación de fractal se debe a que no es posible representar algunas formas mediante las dimensiones enteras de la geometría euclidiana. Los fractales contienen una imagen de sí mismos en cada parte (Talanquer, 2003) (Mandelbrot, 2009; Bar-Yam, 1997; Young & Kiel, 1994). A los elementos como montañas, nubes o copos de nieve se les puede referir como *fractales naturales* utilizando la geometría fractal como mecanismo para lograr su descripción aproximada, pues no es posible llegar al detalle infinito, el cual tiene límites en el mundo natural (Braun, 2003).
- **La teoría del caos.** Es un campo relativamente nuevo que trata sobre “*el estudio cualitativo del comportamiento inestable y aperiódico en los sistemas dinámicos no lineales determinísticos*” (Kellert, 1993, p. 2). Surge debido al interés por conocer cómo un sistema transita del orden al desorden y la posibilidad inversa del desorden al orden, proceso que hoy se relaciona con la *autoorganización*. Los científicos actuales entienden por *caos*:

“una mezcla intrincada de orden y desorden, de regularidad e irregularidad: patrones de comportamiento que, si bien son irregulares, resultan reconocibles como amplias categorías conductuales o arquetipos, dentro de los cuales existen incontables variedades individuales” (Parker & Stacey, 1996, pág. 1).

Este desempeño está vinculado a patrones subyacentes de comportamiento denominados *atractores* (Munné, 2005). El caos es conceptualizado como extremadamente complejo, pero no como carente de orden. Es un estado determinístico, es decir, su movimiento o dinámica sigue leyes precisas, aunque su conducta irregular pueda parecer aleatoria, se entiende como un estado de muy alta complejidad, con posibilidad de generar orden (Braun, 2003).

Cuando un sistema se encuentra en estado caótico las causas y efectos no son discernibles en ningún momento (Gleik, J., 1987). Las condiciones iniciales son importantes en el comportamiento y resultados del desempeño de los sistemas dinámicos complejos ya que un mismo sistema puede presentar respuestas totalmente diferentes ante una misma excitación, dependiendo de las condiciones iniciales con las cuales se excitó el sistema (Devaney, 2003), puede ser estable, caótico, localizarse en inestabilidad limitada o llegar a régimen de inestabilidad explosiva. Para la teoría del caos existen dos elementos principales: los atractores (*atractores de punto fijo*, *atractores de ciclo límite* y *atractores extraños*), que se entienden como un conjunto al que convergen todas las trayectorias vecinas (Devaney, 2003; Strogatz, 2000) y las bifurcaciones.

La teoría de las catástrofes. Es una propuesta de Rene Thom (1923-2002), dentro de la teoría de las singularidades (Espinoza, 1995). Es un área de la teoría de las bifurcaciones que trata procesos

¹⁰ Los sistemas autosimilares contienen una imagen de sí mismos en cada parte. Los fractales regulares son figuras geométricas autosimilares frente a cambios de escala. Su medida es una indicación del grado en que un sistema ocupa una región del espacio (Talanquer, 2003).

continuos que entregan respuestas discontinuas y que presenta vínculos con la teoría del caos. Los sistemas tienen la posibilidad de evolucionar mezclando patrones continuos y discontinuos (Maldonado, 2006). Pequeños cambios en determinados parámetros de un sistema no lineal pueden hacer que el equilibrio aparezca o desaparezca, o cambios de atracción a repulsión y viceversa, llevando a cambios grandes y repentinos del comportamiento del sistema (Maldonado, 2006).

Las lógicas no clásicas, divergentes o filosóficas. Las ciencias de la complejidad expanden su horizonte de interpretación más allá de la lógica clásica o lógica aristotélica con nuevos sistemas lógicos diferentes que constituyen una alternativa y una complementariedad a la lógica formal. Su semántica es típicamente la de *los mundos posibles*. Se examina explícitamente la existencia de varias verdades en contraposición al supuesto de una verdad única (Maldonado, 2012a). Colocan de presente que las implicaciones son lógicamente más débiles que las inferencias (Peña, 1993; Maldonado, 2005).

La teoría de las redes complejas o redes sociales. El análisis de redes complejas es una herramienta que puede proporcionar nuevas luces en la actualización de la teoría social y en el examen de la confrontación entre las humanidades, las ciencias sociales y las ciencias naturales y exactas (Molina, 2004). Resulta apropiada para conectar los niveles micro y macro de la teoría sociológica que se ha constituido una debilidad sustancial de esta teoría. La *sociometría*, una rama de la psicología, es considerada como la precursora del análisis de redes (Granoveter, 1973). Se enfoca en el descubrimiento de patrones de comportamiento entre los actores que están involucrados en una red social. Los *grafos*¹¹ son representaciones pictóricas que admiten una red que incluye nodos y vértices (Reynoso, 2011). La ciencia/teoría de redes complejas tiene como finalidad el estudio de las estructuras sociales incluyendo las relaciones de amistad, las culturas, la organización empresarial, la organización criminal, etc. (San Miguel et al., 2005). Esta ciencia visualiza las organizaciones como redes en interacción permanente con otras redes. tratando de lograr entendimiento sobre su evolución y coevolución que incrementan su complejidad con el transcurso del tiempo (Bohórquez Arévalo & Espinosa, 2015). La teoría de redes trata fundamentalmente de *la aparición de cierto comportamiento global a partir de las interacciones de muchos individuos* (Watts, 2003).

Cuatro clases básicas de redes se estudian en la literatura: a) *Redes regulares.*; b) *Redes aleatorias o redes exponenciales*; c) *Redes de pequeño mundo.*; y d) *Redes libres de escala.* (free scale network). Son redes con una distribución dispereja de los enlaces. Unos pocos nodos tienen muchos vínculos. Su distribución de grado obedece a una ley de potencia las cuales no poseen una escala intrínseca (Barabási, 2007), por lo que la forma de su distribución de datos es muy diferente a las distribuciones en forma de campana de las redes aleatorias, no tienen picos sino que desde un valor superior presentan una caída continua (Barabasi & Bonabeau, 2003). Estas redes son

¹¹ Un grafo es una representación matemática de una red utilizado para modelar relaciones por pares entre objetos. Un grafo consiste de un conjunto de vértices y nodos con ciertos pares de ellos conectados por bordes (*no dirigidos*) o arcos (*dirigidos*) (Barabási, 2014).

especialmente apropiadas para las simulaciones abstractas de sociedades artificiales, como en el caso de esta investigación.

Una red comprende nodos (nodes) y vínculos o aristas (links) que se combinan para crear trayectorias (paths). La *Figura 2* muestra la configuración de estas redes. Una red comprende nodos (*nodes*) y vínculos o aristas (*links*) que se combinan para crear trayectorias (*paths*).

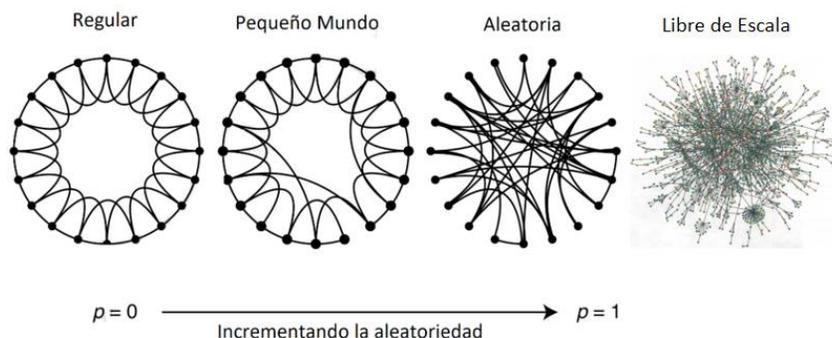


Figura 2 Configuraciones de Red

Fuente: Adaptado de (Watts & Strogatz, 1998);(Barabasi & Bonabeau, 2003)

Las características más importantes de un nodo son: *Grado de conectividad (Degree of connectivity)*; *Coeficiente de agrupamiento (Clustering coefficient)*; *Centralidad (Centrality degree)*; *Grado de intermediación (betwensness)* o de cercanía¹² (*closeness*) (Easley & Kleinberg, 2010). Las características más notables de una red son: *Tamaño (Size)*; *Longitud de trayectoria (Path length)*; y *Densidad de red (Whole network density)* (Easley & Kleinberg, 2010).

Jacob Levy Moreno ideó los sociogramas y las sociomatrices para la representación de sistemas sociales dentro de un área que él denominó *sociometría*. Para Moreno la sociedad no es:

“un agregado amorfo de individuos con sus características idiosincráticas, como argüían los estadísticos, sino una estructura necesariamente aditiva de vínculos interpersonales” (Reynoso, 2011, p. 61).

El sociograma va más allá de la representación, aprovecha que la visión humana es proclive al reconocimiento de patrones. Es robusto, estático y descriptivo con dos limitaciones (Gutiérrez, 1999), son “*una representación de las relaciones sociales basada en grafos*” que conduce a visualizar intuitivamente los patrones contenidos en datos cuantitativos (Reynoso, 2011).

2.1.3 La Clasificación de los Fenómenos Dinámicos. El mundo se torna cada vez más complejo con el transcurrir del tiempo y no existen maneras detener esta progresión, ya que es el resultado natural de la evolución. Estos sistemas/fenómenos se explican resumidamente a continuación.

Los sistemas o fenómenos simples pueden ser sujetos de análisis en el sentido cartesiano. En el análisis de estos sistemas priman las ideas del sentido común de: 1) “*una única causa y un solo efecto*”; 2) “*pequeños desvíos en la causa producen pequeños cambios en los efectos*” y; 3) “*el comportamiento no es sorprendente, es predecible*” (Erdi, 2010). En estos sistemas la causa y

¹² Se refiere a la posibilidad que tiene un nodo para ser intermediario en la comunicación entre pares de nodos.

efecto se encuentran completamente vinculados y son conocidos por que la predictibilidad es alta. “*Haga esto y usted obtiene eso*” es una frase que engloba este concepto (Obolensky, 2010). Su comportamiento se enmarca en el *paradigma de simplicidad*¹³ o *paradigma Newtoniano* o Newtoniano-Cartesiano. Estos sistemas cumplen enteramente las condiciones de superposición y homogeneidad. En otras palabras, *el todo es igual a la suma de las partes*. Un sistema simple “*proporciona un modelo funcional lineal de lo real*” (Mikulecky, 2006).

Los sistemas o fenómenos complicados presentan características de reductibilidad. No son sistemas simples, sino más bien una colección de ellos, por tanto, pueden descomponerse en sus partes y sumar los resultados de ellas para obtener el desempeño total (Gul & Khan, 2011). El aforismo *el todo es igual a la suma de las partes* sigue siendo válido.

Los sistemas complejos y caóticos marcan la frontera para la *Nueva Ciencia* que implica indeterminismo, no linealidad y dificultad o imposibilidad de predicción. En la mayoría de las organizaciones la alta impredecibilidad, lo simple y lo complicado coexisten. La forma de aplicar esta propuesta consiste en entender la naturaleza del problema a afrontar y entonces tratarlo en la forma apropiada. Es decir, si un problema es simple no se debe encarar usando enfoques emergentes que deberían ser utilizados en la solución de problemas complejos y viceversa (Obolensky, 2014).

Los sistemas o fenómenos complejos, complejos adaptativos o caóticos. Partiendo de una visión global, los *sistemas complejos* son organizaciones compuestas de muchas partes heterogéneas interactuando localmente en ausencia de un control centralizado (Fontana & Ballati, 1999; Boccara, 2010) dando como resultado dinámicas globales emergentes¹⁴ (Boccara, 2010). En los sistemas¹⁵ complejos las causas y los efectos están combinados, los elementos interactúan con dinámicas no lineales y se activan lazos de retroalimentación mutua positivos y negativos en una red compleja, difícil o imposible de predecir (Obolensky, 2010). El estado de un elemento depende en cierta medida de los estados de los demás elementos y afecta el estado de ellos a su vez, lo que dificulta el tratamiento de los sistemas complejos utilizando los enfoques tradicionales lineales y reduccionistas. Son sistemas o fenómenos que exhiben comportamientos sorprendentes. Los sistemas vivos son los de máxima complejidad conocida que no pueden explicarse a partir de principios reduccionistas, son sistemas, fenómenos o comportamientos de complejidad creciente (Maldonado & Gómez C., 2011).

Hay que tener en cuenta que ningún intento para simplificarlos disminuye su complejidad, más bien esta se incrementa y no se obtiene una buena solución. Así las cosas, en vez de tratar de simplificarlos, se requiere entenderlos y explicarlos por medio de la inteligencia (Gul & Khan, 2011). La idea *el todo es más que la suma de sus partes* es central al entendimiento de la

¹³ *Simplicidad y Paradigma de Simplicidad*, son términos equivalentes en esta investigación.

¹⁴ El total puede ser mayor que la suma de las partes.

¹⁵ Un sistema es un conjunto de componentes con interacciones recíprocas que actúan de manera que dicho conjunto sea identificable con respecto al entorno del cual está separado por bordes reconocibles.

complejidad (Mikulecky, 2006), el *más* se indica nuevas propiedades derivadas de la interacción entre las partes. El trabajo con sistemas complejos conlleva los criterios de totalidad, jerarquía, emergencia, autoorganización, modelamiento y computación en el estudio de los fenómenos asociados a un sistema complejo (Mitchel, 2009).

Bertuglia y Vaio (2005) indican que los sistemas complejos trascienden nuestras habilidades para la descripción de sistemas que no despliegan propiedades como la auto-organización, la emergencia, y la adaptación (Bertuglia & Vaio, 2005). Si se trata de eliminar la complejidad inherente a los fenómenos, los estudios basados en planeación, planeación estratégica, prospectiva, estudios de futuro y relacionados se apartan por completo de la complejidad, se tornan ineficaces y pierden su vigencia en la comprensión y explicación de los fenómenos de complejidad creciente (Maldonado, 2014).

2.1.4 El caso del Paro Agrario Nacional en Colombia

Un ejemplo de fenómeno complejo social ocurrido en nuestro país durante el mandato del presidente Santos (2010-2014) lo constituye lo sucedido con el paro nacional agrario que inició el día 19 de agosto del año 2013 denominado *paro campesino*. Las palabras “*el tal paro nacional agrario no existe*” pronunciadas por el mandatario provocaron una emergencia de la protesta ciudadana de grandes proporciones ante esa aparentemente inofensiva frase. La respuesta de la población fue no-lineal y desproporcionada en una escalada con las características del *efecto mariposa*. Las protestas en Tunja tuvieron efectos emergentes a todo lo largo y ancho del país. El paro nacional agrario se caracterizó por su fuerza dispersa y su falta de control centralizado. El gobierno trató de minimizar la protesta con medidas coercitivas tratando de eliminar la complejidad del fenómeno de rebeldía con acciones de intimidación y represalia a través de los cuerpos especializados del estado, pero lo que obtuvo fue un mayor crecimiento de la protesta y una participación a nivel nacional que paralizó el país, convirtiendo este movimiento en un hecho social y político de gran importancia, en contrario a lo que se esperaba.

La intención de minimizar la complejidad del fenómeno se tradujo en una *complejidad creciente* al manifestarse un proceso de autoorganización que inició sin un líder y sin una dirección central.

El comportamiento de la población se puede calificar como contraintuitivo ya que a mayor represión hubo más fuerza en el movimiento donde los participantes hicieron gala de valentía y sacrificio, con el riesgo de llegar a situaciones caóticas que de hecho se produjeron en algunos sitios con heridos y hasta muerte de integrantes de la fuerza pública. Una mirada al crecimiento de la protesta indica la estructura fractal que subyace a la sociedad colombiana cuando las partes se comportan de manera similar. Este suceso real, cercano en el tiempo, de origen local, presenta una imagen innegable de lo que se denomina un fenómeno complejo social pues se evidencia la emergencia, la no-linealidad, la incertidumbre, la impredecibilidad, la auto-organización, contraintuitividad, caos, zonas de intermitencia y orden surgiendo del caos. El desconocimiento de esa complejidad llevó a la toma de decisiones equivocadas, seguramente basadas en la consideración de que se trataba de un hecho meramente *complicado*.

2.1.5 Las Propiedades de los Sistemas Complejos. Se pueden enumerar como:

No linealidad. No se cumple el principio de superposición, las soluciones del comportamiento de un sistema no pueden obtenerse desde las soluciones del comportamiento de las partes. La importancia de las condiciones iniciales en el comportamiento y resultados del desempeño de los sistemas dinámicos complejos es crucial. El mismo sistema puede presentar respuestas totalmente diferentes ante una misma excitación, dependiendo de las condiciones iniciales con las cuales se excitó el sistema (Kalil, 1996; Strogatz, 2000). Mainzer (2007) afirma que el pensamiento lineal y la creencia que “*el todo es solamente la suma de las partes*” (Mainzer, 2007, p. 374) es evidentemente obsoleto.

Retroalimentación. Es una propiedad necesaria para los sistemas con dinámicas complejas, pero no es una condición suficiente porque los componentes requieren su pertenencia a grandes grupos de individuos para que se manifieste la complejidad. La existencia de retroalimentación no lineal es un elemento crítico de la complejidad que permite la emergencia, la autoorganización, el aprendizaje y una variedad de criterios que son asociados a la complejidad (Richardson, 2008).

Orden espontáneo. El agregado de un gran número de interacciones sin coordinación o dirección central entre los componentes de un sistema puede producir un comportamiento global ordenado.

Robustez y ausencia de control central. El orden en un sistema complejo está distribuido y no es centralizado, por lo que este orden se conserva a pesar de que el sistema sea perturbado. La robustez es una propiedad del sistema para corregir errores en su estructura.

Emergencia. Proceso en donde los CAS desarrollan capacidades nuevas y más complejas. De muchas interacciones mutuas a microescala pueden surgir nuevos fenómenos macroscópicos, leyes y principios. El término emergencia en los sistemas complejos está condicionado a la existencia de trayectorias de realimentación desde el fenómeno a los agentes involucrados (Fromm, 2004).

Organización jerárquica. Los sistemas complejos están conformados por estructuras con diferentes niveles y propiedades interactuando con los niveles superiores e inferiores que presentan regularidades de diferentes clases, simetrías, orden y comportamiento periódico.

2.1.6 Los Sistemas Complejos Adaptativos. Se encuentran por todas partes, son omnipresentes.

La gran mayoría de cosas con las que se vive y cuyas características se dan por garantizado son CAS. Los CAS son un modelo para pensar acerca del mundo alrededor de nosotros y no un modelo para predecir qué ocurrirá (Fryer, 2001). Las teorías de los CAS describen procesos evolutivos cambiantes, sus ideas están asociadas con el pensamiento de segundo orden¹⁶, que se han convertido en magnificas opciones para la construcción de sentido sobre los fenómenos

¹⁶ El pensamiento de segundo orden se refiere a interacciones recursivas entre los diferentes niveles de un sistema (lazos de control y realimentación). En la investigación en ciencias sociales es una manera de observación sistemática que permite al observador la posibilidad de estructurar sistemas de comprensión en una observación recursivamente organizada o autorreferencial (Ibáñez, 1991).

del mundo natural (Ellis & Herber, 2011). La expresión *complejos* conlleva diversidad, es decir una amplia variedad de elementos. Cuando se califican como *adaptativos* se está aludiendo a la propiedad del sistema para modificarse o cambiarse aprendiendo de las experiencias. El *sistema* es un compuesto de cosas conectadas o interdependientes, las cosas, los elementos básicos en un CAS, representan agentes¹⁷ interdependientes.

Los agentes puede ser personas, organizaciones, universidades, facultades, departamentos, economías, ecologías, el tráfico, las culturas, etc. (Gell-Mann, 2007) que actúan a partir de reglas simples con base en conocimiento y condiciones locales sin un control central de sus actividades. El comportamiento del grupo de agentes ofrece patrones emergentes de comportamiento global a medida que el sistema evoluciona naturalmente entre puntos de equilibrio por medio de adaptación ambiental y autoorganización (Dooley, 1996; Lewin, 1999; Waldrop, 1992). En un CAS existe una red densamente conectada de agentes interactuantes operando individualmente a partir de su propio esquema¹⁸ o conocimiento local (Begun et al., 2003). Los cambios de esquema, en general, proporcionan mayor robustez, confiabilidad y capacidad al estado mental del agente. Para Stacey, Griffin & Shaw (2000):

“Un sistema complejo adaptativo consiste en un gran número de agentes, cada uno de ellos comportándose de acuerdo con sus propios principios de interacción local. Ni los agentes individuales, ni los grupos de agentes determinan los patrones de comportamiento que el sistema como un todo despliega, o como esos patrones evolucionan, y tampoco hacen nada fuera del sistema ...Estos sistemas adaptativos despliegan amplias categorías dinámicas que incluyen el equilibrio estable, el caos aleatorio y una dinámica distintiva entre ellos, en el filo del caos” (Stacey, Griffin, & Shaw, 2002p. 106).

Dependiendo de las expectativas del agente, este puede modificar el esquema bajo el cual está operando en un proceso de adaptación para intentar la obtención de las metas deseadas (Fryer, 2001). Los esquemas pueden cambiarse aleatoriamente, por mutación o por una combinación con otros esquemas. En definitiva, el esquema define cómo el agente interactúa con los agentes que le rodean, intercambiando información y/o recursos. Estos intercambios pueden ser no lineales (Dooley, 1996). Existen diferencias entre los conceptos de sistema complejos (CS) y de sistemas complejos adaptativos (CAS)¹⁹. Los sistemas complejos son conjuntos de partes, que pueden ser muy *simples*, interconectadas que a partir de las interrelaciones de estas partes y las interacciones

¹⁷ Los agentes son unidades semiautónomas en busca de maximizar su condición (fitness) y utilidad en su evolución en el tiempo. Son dispositivos computacionales más complejos que los autómatas que resultan apropiados para la simulación de sistemas sociales y corresponden en esencia a programas de computador. Los agentes tienen un origen técnico, pero intercambian información con otros agentes, son inherentemente sociales y se estructuran cognitiva y socialmente (Gilbert & Troist, 2006; Macy & Willer, 2002).

¹⁸ Esquema (Schema) indica plantillas mentales o estados mentales del agente que definen como la realidad es interpretada y cuáles son las respuestas apropiadas a un estímulo dado. Los esquemas evolucionan desde los esquemas más básicos, son limitados racionalmente y son diferentes entre los agentes. Son potencialmente indeterminados debido a la información incompleta o sesgada. En un agente pueden coexistir multitud de esquema mientras compite por la supervivencia en un proceso de selección-promulgación-retención (Gell-Mann, 2007).

¹⁹ Las abreviaturas CAS (Complex Adaptive Systems) y SCA (Sistemas Complejos Adaptativos), se utilizan intercambiabilmente en esta investigación.

del sistema con el medio producen comportamientos emergentes colectivos globales que no pueden ser derivados de las propiedades de las partes separadamente, se denominan *sistemas complejos simples* (SCS). Los sistemas complejos adaptativos (CAS) están conformados por múltiples componentes *intrincados* conectados, en interacción que son sistemas complejos y contienen memoria local que les permite almacenar una serie de respuestas estructuradas con base en los diferentes contextos y escenarios. Se les conoce como agentes (autónomos), que pueden aprender de sus experiencias y errores, generar nuevos desempeños (Richardson, 2011) y producir cambios en la estructura del sistema en respuesta a presiones internas o externas en un proceso autónomo llamado auto-organización que responde a su necesidad de adaptación al medio en entornos cambiantes, sin necesidad de un control centralizado (Chan, 2001). Debe quedar claro que un sistema adaptativo es necesariamente complejo, pero el inverso no es necesariamente cierto.

Holland (1999) define los sistemas complejos adaptativos como: *una red dinámica de agentes actuando en paralelo, constantemente reaccionando a lo que otros agentes hacen, lo cual a su vez influencia los comportamientos y la red como un todo* (The Health Foundation, 2010), e indica que el control de los sistemas complejos adaptativos tiende a ser altamente disperso y descentralizado, que estos sistemas tienen muchos niveles de organización, con agentes de un nivel sirviendo como los bloques del edificio para los agentes en un nivel superior, que están constantemente revisando y reacomodando sus bloques de construcción en la medida en que ganan experiencia. Concluye Holland: *“los sistemas complejos adaptativos se caracterizan por una novedad perpetua”* (Waldrop, 1994), el orden emerge y no está sujeto a reglas de predeterminación. Tampoco es posible devolver la historia del sistema y el futuro se torna impredecible (Holland, 1999). En algunas ocasiones los efectos sobre el comportamiento colectivo pueden ser muy simples, pero en la gran mayoría de oportunidades la imposibilidad de pronóstico es abrumadora (Bohórquez Arévalo, 2013).

Desde el enfoque de los sistemas complejos adaptativos, *el control* es reemplazado por *la influencia* y la *predictibilidad* por *el cambio perpetuo*. La complejidad no puede controlarse en la forma en que el manager desearía, pero puede ser influenciada. La teoría de los sistemas complejos adaptativos reconoce tres estados o zonas de operación de estos sistemas: un estado estable, una zona caótica y un estado intermedio denominado el *filo del caos*. Es en el *filo del caos* en donde se sugiere la situación más productiva ya que se considera que es la zona en donde se presenta una mayor capacidad de innovación, adaptabilidad y creatividad (Lewin & Regine, 2002; Solé et al., 1996).

El Departamento de Cardiología de una entidad prestadora de servicios de salud es la unidad de análisis de esta investigación. Es un sistema *“vivo que son los de máxima complejidad conocida que no pueden explicarse a partir de principios reduccionistas, son sistemas, fenómenos o comportamientos de complejidad creciente”* (Maldonado & Gómez C., 2011), ver en 2.1.3 en este documento. Además de complejo, este sistema conlleva las características de adaptativo, ya que los integrantes cambian sus estados mentales en la medida de sus intereses a través de sus

interacciones con los demás integrantes del grupo, y sus interrelaciones con proveedores e información en los mass-media (internet, folletos promocionales, etc.), en el transcurso de tiempo.

2.2 Marco Teórico de la Cultura

No existe una definición única para el término *cultura* ya que se interpreta de múltiples maneras y significaciones, lo que conduce a incomprensidos e imprecisiones y diversas conceptualizaciones (Schein, 2004b), además los investigadores estudian la cultura de maneras diferentes (Martin, 2002). En general la culturas se aborda desde dos paradigmas (Smircich, 1983)(Martin, 2002): 1) como una variable y; 2) como una metáfora. Como variable, se visualiza como un fenómeno funcionalista que se concentra en “*el deleite de los managers, de que una cultura fuerte (una que genera un alto consenso entre los empleados de una organización) conducirá a resultados más arriba de los deseados por la alta dirección para maximizar, tanto como sea posible la productividad y la rentabilidad*” (Martin, 2002, p. 4). Desde esta perspectiva, la cultura se considera como un mecanismo para crear productos y beneficios, puede utilizarse para predecir y para obtener mejores resultados.

El enfoque de la cultura como una metáfora, incluye “*una ganancia en la profundidad del entendimiento del significado de las manifestaciones culturales desde patrones de “claridad, inconsistencia y ambigüedad*” (Martin, 2002, p. 4) que resultan apropiados para caracterizar la vida del trabajo, así la cultura se convierte en una lente para el estudio de la organización desde un enfoque simbólico(Martin, 2002). En muchos casos la cultura se circunscribe a variables tecnológicas (tamaño, estructura, demografía), de tipo cuantitativo, eludiendo los estudios cualitativos que involucran la subjetividad humana (ritos, símbolos, humor, rituales, relatos, etc.). Para otros la cultura ofrece la oportunidad para capturar y explicar las complejidades de la vida diaria en las organizaciones (Smircich, 1983) (Martin, 2002).

2.2.1 La cultura organizacional

La cultura organizacional, se conceptualiza como un conjunto de presupuestos básicos que los miembros de la organización construyen, revelan y desarrollan para gestionar sus inconvenientes de armonía externa e igualdad interna, y que se suponen válidos, por lo que, se transmiten a los nuevos integrantes de la organización como la forma adecuada de ver y enfocarse sobre esos problemas. La cultura es una construcción social que se manifiesta en creencias, simbologías e ideologías que permiten las relaciones dentro de la organización y con el medio ambiente. La debilidad en los elementos culturales puede provocar la emergencia de subculturas y de conflictos organizacionales (Hatch, 1997).

Para Robbins (1997) el concepto de cultura organizacional surge de la necesidad de considerar las organizaciones como unidades sociales de naturaleza inter-subjetiva, constituidas simbólicamente, la organización resulta entonces en una realidad inter-subjetiva abierta y de constitución compleja que resulta esencial para la sustentación de la estructura organizacional y para acometer los procesos de cambio organizacional, En estas condiciones el concepto de cultura se convierte en

otro elemento instrumental para la gestión organizacional (Campos, 2004). Smircich (1983) propone un “*modelo cultural de la organización*” que se trasladara “más allá de los modos de organización de sistemas abiertos” hacia un modelo cultural relacionado con las funciones mentales superiores de los seres humanos. Esta idea de cultura enfoca su “atención en las cualidades expresivas, irracionales de la experiencia, de la organización y “legítima la atención en los aspectos subjetivos interpretativos de la vida organizacional” (Smircich, 1983, p. 31).

Según Willmott (2007) quien realiza un estudio muy completo y rico sobre la temática de la cultura corporativa la intención y el fin de las ciencias de la cultura corporativa consiste en “*captar los corazones y las mentes de los empleados; definir sus propósitos orientando lo que estos piensan y sienten y no simplemente su comportamiento*” (Willmott, 2007, p. 103) la emergencia de las culturas corporativas se produce como el dispositivo esencial que permite “*un esfuerzo insólito por parte de empleados aparentemente corrientes*” (Peters & Waterman Jr., 1982). En la literatura se encuentran diferentes definiciones de la cultura organizacional.

La definición de la cultura organizacional de Schein (2004):

“un modelo de supuestos básicos –inventados, descubiertos o desarrollados por un grupo dado al ir aprendiendo a enfrentarse con sus problemas de adaptación externa e integración interna– que hayan ejercido la suficiente influencia como para ser considerados válidos y, en consecuencia, ser enseñados a los nuevos miembros como el modo correcto de percibir, pensar y sentir esos problemas” (Schein, 2004b, p. 25:26),

es muy amplia y aplicable a las situaciones de la vida real. En esta concepción se interpreta la cultura desde tres aristas o niveles: 1) los artefactos, que son visibles, pero con frecuencia no descifrables; 2) las creencias y valores propugnados, confrontadas por el entorno físico, y no solo por el entorno social y; 3) los supuestos básicos que se dan por sentados, acogiendo la adaptación, el aprendizaje y la corrección, mediados por las interacciones entre los miembros de la organización. Esas interacciones no necesitan ser lineales, pueden darse en ambos sentidos y provocar ajustes y correcciones a lo largo del tiempo en los procesos y acciones con retardos y deformaciones. En síntesis, se involucran los elementos de un sistema realimentado no lineal, indicando que el fenómeno de la cultura organizacional es un sistema complejo adaptativo.

La perspectiva de la cultura organizacional como una metáfora abraza uno de los supuestos de este trabajo, ya que es claro que este fenómeno es considerado con las características de un sistema complejo adaptativo²⁰, que incluye profundidad en el entendimiento de las manifestaciones culturales desde patrones de *claridad, inconsistencia y ambigüedad*. Estos atributos son responsables de la *impredictibilidad* del comportamiento colectivo organizacional (Martin, 2002), característica de los sistemas complejos. Con base en las anteriores reflexiones se percibe que el concepto de cultura organizacional supera lo instrumental ya que permite aproximaciones a la

²⁰ *Complejo* conlleva diversidad, es decir una amplia variedad de elementos interactuantes de cuyas interacciones surge un comportamiento como una totalidad (Navarro Cid, 2001). *Adaptativo* se refiere a la propiedad del sistema para modificarse o cambiarse aprendiendo de las experiencias (Holland, 1995).

complejidad de los conglomerados humanos en las organizaciones.

Otra interpretación de la cultura organizacional, que aporta a los objetivos de esta investigación es la de Allaire & Firsirotu (1984) que permite descifrarla desde la complejidad como un entramado compuesto de diferentes partes interconectadas entre sí (*sistema*), con lazos de realimentación mutua que pueden ser no lineales dentro y entre las partes (*complejo*), cuyos resultados realimentan a los subsistemas y van a influenciar las actitudes de las partes (*adaptativo*). Ver en la Figura 3.

Esta mirada permite afirmar que la cultura organizacional tiene las características de la complejidad. Son evidentes los múltiples lazos de realimentación directa y los lazos de realimentación mutua (resaltados en rojo y verde respectivamente en la Figura 3) hacia y desde diferentes sectores de la organización. En la época de los estudios de Allaire & Firsirotu aunque se verificaron las interacciones e interrelaciones mencionadas, los estudios sobre ciencias de la complejidad y su aplicación a las organizaciones no estaban aún disponibles. Ahora, su aplicación permite desvelar nuevos aspectos, lo que constituye en aporte argumental a las ideas que motivan esta investigación. En resumen, en los planteamientos de Allaire y Firsirotu se concibe la cultura organizacional como un sistema complejo adaptativo, aportando argumentos a los criterios establecidos en esta investigación.

La conceptualización de la cultura de Emily Durkheim (1998), como:

“un tejido emergente de representación, abarcando holísticamente el conjunto profundo de valores, creencias y sistemas simbólicos de una colectividad natural... es la suma total de los esfuerzos colectivos de los seres humanos para luchar a brazo partido simbólicamente con un mundo complejo e incierto” (Lincoln & Guillot, 2004, p. 4),

refuerza los planteamientos teóricos y metodológicos de esta investigación.

Durkheim entiende la cultura como:

“una propiedad emergente y externamente restringida de las colectividades, un hecho social sui generis que es irreducible al nivel individual de atributos y procesos” (Lincoln & Guillot, 2004, p. 16).

La *emergencia* y *complejidad* en la anterior cita son compatibles con el criterio de la cultura organizacional como un sistema complejo adaptativo. Además, Durkheim rechaza el *reduccionismo* por la *irreductibilidad* de la cultura a sus componentes, propiedad de los sistemas complejos, ya que las causas de los hechos sociales son otros hechos sociales, no los motivos, habilidades o los comportamientos de los individuos. Las anteriores aserciones brindan apoyo teórico a la asunción de la cultura en sus diferentes orientaciones como un fenómeno complejo adaptativo.

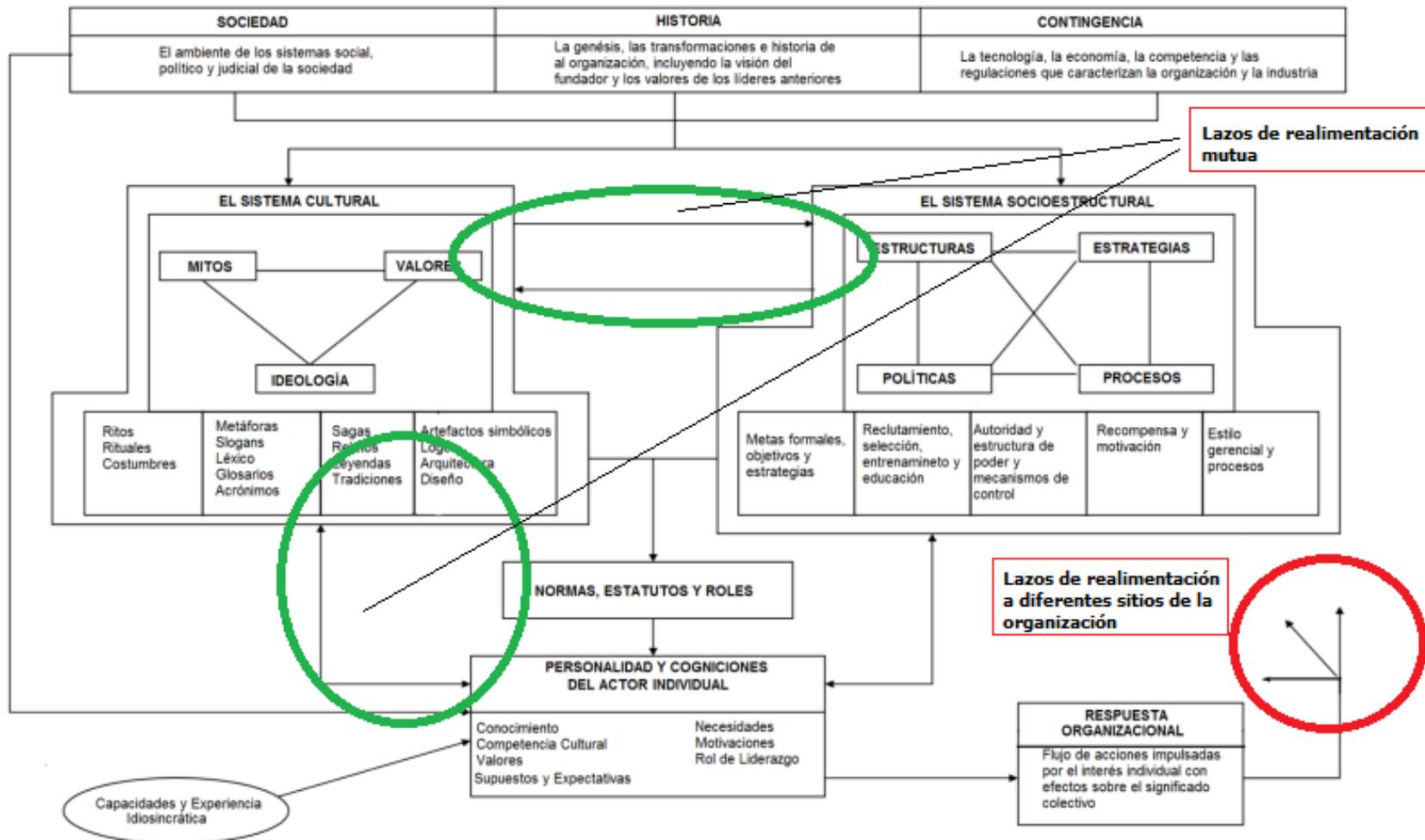


Figura 3 Marco Conceptual de la Cultura Organizacional de Allaire & Firsirotu

Fuente: (Allaire & Firsirotu, 1984)

2.3 Marco Teórico de la Innovación Organizacional

“*Innovar o morir*” es una expresión común en la literatura sobre la innovación. Definir la innovación se convierte en una tarea compleja (Matos Reyes, 2007) ya que la expresión *innovación* evoca diferentes significados dependiendo de los autores y de campos disciplinares muy diversos como la gestión, el comportamiento organizacional, la psicología, la sociología, la ingeniería, etc. (Fonseca, 2002). La literatura presenta diferentes definiciones de innovación:

La innovación se define en términos generales como “*la implementación exitosa de una creación*” (Heunks, 1998).

Para Elmquist & otros (2010):

“la innovación se constituye en el principal impulsor de las compañías para prosperar, crecer y sostener amplia rentabilidad” (Elmquist et al., 2009).

Según Van de Ven (1986) la innovación es:

“una nueva idea, la cual puede ser una recombinación de viejas ideas, un esquema que desafía el orden presente, una fórmula, o un enfoque único que es percibido como novedoso por las personas involucradas en ella .(A. H. Van de Ven, 1986).

Para Hammel (2006) la innovación puede definirse como:

“una salida marcada del mercado desde los principios tradicionales de la administración procesos y prácticas o una salida desde las formas organizacionales acostumbradas que alteran significativamente las maneras en que el trabajo de la administración es desempeñado” (Hamel, 2006, p. 4)

Peter Drucker (1985) puntualizó que la innovación es:

“la herramienta clave de los empresarios, un medio mediante el cual se apropian de los cambios tomándolos como oportunidades” (Drucker, 1993).

Ahmed & otros (2012) afirman que estos diferentes criterios indican que las definiciones simples no son adecuadas y que la innovación corresponde a:

“un proceso extraordinariamente complejo e incluso caótico” (P. Ahmed, Shepherd, Ramos Garza, & Ramos Garza, 2012, p. 5).

Para Kirschbaum (2005) la innovación no es una cuestión personal:

“la innovación es una cultura, no un proceso” (Kirschbaum, 2005)

En el presente, la innovación ha conseguido posicionarse como un factor clave para la obtención de ventaja competitiva de las empresas y como tal un componente esencial del éxito empresarial. La innovación conduce las empresas por la senda de una mayor flexibilidad organizacional y por tanto hacia una mejor capacidad de adaptación frente al cambio, lo que les proporciona un cierto nivel de autoprotección en entornos inestables y turbulentos con una respuesta más oportuna que la de la competencia (Julia C. Naranjo-Valencia et al., 2012). Se han realizado diferentes estudios para identificar los factores que impulsan las innovaciones incluidas las tecnologías de la información y la comunicación, el

diseño organizacional, la gestión del recurso humano y la cultura organizacional, la que se constituye en uno de los determinantes más importantes para lograr el comportamiento innovador en los individuos de la organización ya que influencia el comportamiento de los individuos y puede colocar la innovación al nivel de un valor corporativo (Hartmann, 2006). La innovación puede realizarse sobre diferentes factores como:

1) *Innovación de Mercado*. Se refiere a la novedad de perspectivas que las empresas adoptan para incursionar y obtener utilidades en un mercado objetivo (Wang & Ahmed, 2004). La innovación de mercado y la innovación de producto se encuentran firmemente entrelazadas y se han estudiado como innovación producto-mercado. Las compañías pueden localizar un nuevo nicho de mercado y lanzar productos con contenido tecnológico de vanguardia o utilizar nuevas estrategias de marketing para promover productos existente (Hilmi & Ramayah, 2008).

2) *Innovación de Producto*. Corresponde a la novedad y significación de los nuevos productos que se entregan al mercado en un momento oportuno, es una dimensión destacada (Wang & Ahmed, 2004). También se asocian la originalidad y exclusividad del producto (Henard & Szymanski, 2001). La tecnología y el marketing fomentan la innovación de producto mejorando las característica del producto tratando de dar solución a las expectativas del mercado (P. Ahmed et al., 2012). La innovación de producto consiste en el desarrollo de productos o servicios que han sido mejorados o que salen al mercado por primera vez, (Julia C. Naranjo-Valencia et al., 2012) es considerada como una de las actividades claves de la empresa (Damanpour, 1992).

3) *Innovación de Procesos*. En general se considera como un componente de la innovación tecnológica. Se dedica a la “*introducción de nuevos métodos de producción y nuevas posturas administrativas y nueva tecnología que puede ser utilizada para mejorar la producción y los procesos de gestión*” (Wang & Ahmed, 2004). La innovación de procesos trata con las nuevas maneras de producir productos nuevos o existentes (Damanpour & Aravind, 2006).

4) *Innovación Conductual o Comportamental*. Es entendida como “*un constructo de la personalidad subyacente normalmente distribuida, la cual puede ser interpretada como una disposición al cambio*” (Hurt, Joseph, & Cook, 1977, pág. 59). Se dedica a la exploración del grado al cual los usuarios adoptan una variedad de ítems de una gama de productos y no solamente uno de ellos (Soutar & Ward, 2008).

5) *Innovación Estratégica*. Se define como *el desarrollo de nuevas estrategias competitivas que crean valor para las empresas*. Ocurre cuando una empresa detecta vacíos en el posicionamiento industrial que crecen y se convierten en la nueva masa de mercado. La innovación estratégica destaca la capacidad organizacional para identificar oportunidades externas oportunamente y acoplar las oportunidades externas con las capacidades internas

para desarrollar productos innovadores y explorar nuevos mercados o sectores. (Wang & Ahmed, 2004).

La innovación puede distinguirse en sus variadas maneras por su grado de novedad como: a) *Incremental*. poca y basada en la información y la experiencia existente; b) *Radical*. Avance a saltos hacia la innovación en tecnología o ciencia; c) *Modular*. Un cambio de idea dentro de un componente; d) *Arquitectural*. Con cambios en los vínculos a otros componentes o sistemas; y e) *Sistémica*. Cuando hay innovación múltiple e integrada (Blayse & Manley, 2004).

2.3.1 El proceso de innovación

El proceso de desarrollo de una innovación involucra todas las decisiones, actividades y sus impactos que suceden desde el reconocimiento de una necesidad o problema como se muestra en las secuencias de la Figura 4. La *detección de un problema o necesidad* es, en general, el elemento precursor que estimula la investigación y el desarrollo de actividades buscando una solución. Luego, *la investigación aplicada* se emplea para resolver el problema o necesidad mediante una innovación. Seguidamente, se continua con *el desarrollo* cuyo propósito consiste en colocar una nueva idea en forma que es esperada por una audiencia de adoptadores potenciales. *La comercialización* es la producción, manufactura, empaque, mercadeo y distribución de algún producto que incorpora una innovación. *La difusión* conlleva el anuncio de las nuevas ideas o productos dentro y entre comunidades de un mercado particular. Finalmente, las consecuencias se refieren a conocer si la innovación resuelve o no el problema (Rogers, 1983).

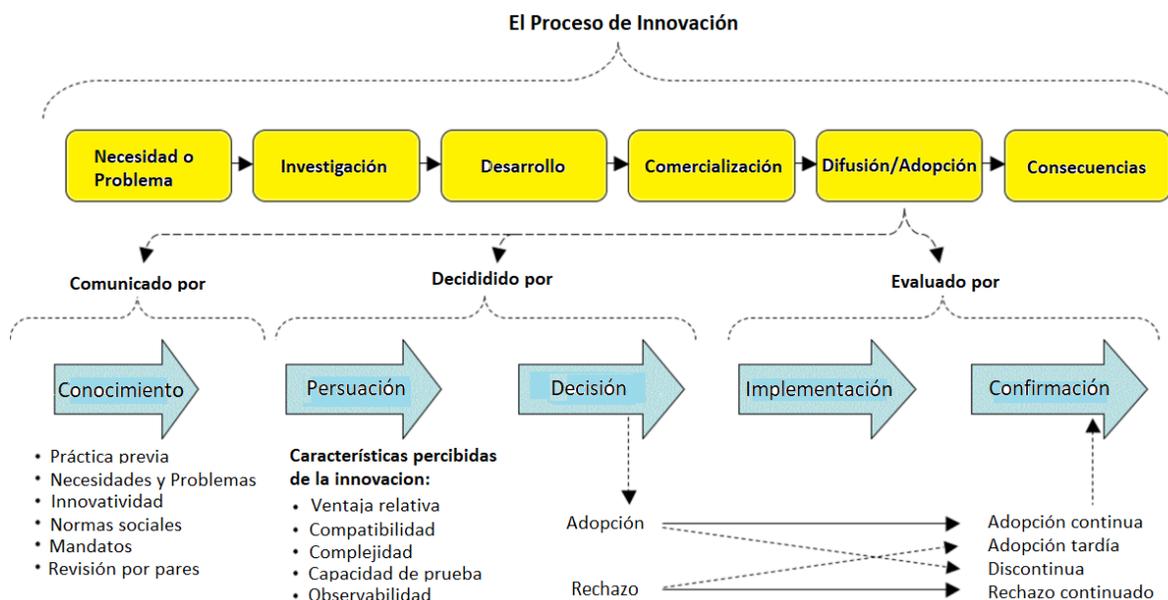


Figura 4 El proceso de Innovación

Fuente: <http://feedbackinnova.blogspot.com/2007/08/map-of-rogers-innovation-process.html>

Los atributos de la innovación. Son características que desde la visión clásica impulsan la adopción de las innovaciones. Rogers (1995) los define de la siguiente manera:

Ventaja Relativa. Las innovaciones que presentan ventajas claras e inequívocas respecto de su efectividad o costo son adoptadas e implementadas más fácilmente.

Compatibilidad. Innovaciones que los funcionarios clave perciben como simples para usar se adoptan más fácilmente.

Capacidad de prueba. Las innovaciones con las que los usuarios pueden experimentar de forma limitada se adoptan y asimilan con mayor facilidad.

Observabilidad. Si los beneficios de una innovación son visibles para los potenciales adoptantes, esta se adoptará más fácilmente.

La difusión de las innovaciones. Se refiere al proceso de comunicación por el cual nuevas ideas, opiniones o productos son anunciados a través de los medios masivos y el boca-boca dentro y entre comunidades en un mercado particular (Deffuant et al., 2005)(Valente, 1995). Para Rogers (1983) “*es el proceso por el cual una innovación es comunicada a en el tiempo a través de ciertos canales entre los miembros de un sistema social*” (p. 5). Rogers (1983) desarrolla el proceso de innovación-decisión como uno a través del cual un individuo (o una unidad de toma de decisiones) pasa del conocimiento inicial de una innovación a poseer una actitud frente a la innovación que le permite decidir su adopción o rechazo a la nueva idea y la confirmación de esta decisión. Se conceptualizan cinco pasos en su ejecución, como se presenta en la Figura 4:

1. ***Conocimiento.*** Cuando un individuo o unidad de toma de decisión es expuesta la existencia de la innovación y adquiere algún conocimiento de cómo funciona.
2. ***Persuasión.*** Un individuo u alguna unidad de decisión, concibe una actitud favorable o desfavorable hacia la innovación.
3. ***Decisión.*** Un individuo, o unidad de toma de decisión, participa en actividades que conducen a la adopción o rechazo de la innovación.
4. ***Implementación.*** Una innovación se coloca en uso por parte de un individuo o una unidad de toma de decisión.
5. ***Confirmación.*** Un individuo, o unidad de toma de decisión, busca reforzar la decisión tomada previamente, pero puede revertir esta decisión si percibe contradicciones en la información que le llega.

El proceso de adopción de las innovaciones, se orienta a la mejora de la efectividad y competitividad al modificar la organización adoptante de manera que pueda ajustarse a las condiciones cambiantes del entorno (Damanpour & Wischnevsky, 2006), por ejemplo, adaptando su cultura organizacional.

La adopción de la innovación “*se concibe como un proceso que incluye actividades que conducen a la decisión de adoptar, así como actividades que facilitan poner en práctica una*

innovación y continuar usándola” (Damanpour, 1991, p.562). Rogers (1993) indica dos etapas para este proceso: 1) *inicialización* que involucra lo relacionado con la percepción del problema, la consecución de información, la formación y evaluación de actitudes, y la apropiación de recursos que activan la adopción; y 2) *implementación*, que contiene los sucesos y demás acciones orientadas a los cambios en las innovaciones y en la organización, la utilización inicial y el uso continuado de la innovación cuando se convierte en una rutina organizacional (Rogers, 1983). Para este autor, la adopción en relación al individuo es “*la decisión de hacer un uso completo de la innovación como el mejor curso de acción disponible o el rechazo, una decisión de no adoptar la innovación*” (p. 21). Tales decisiones pueden ser reversadas. Los adoptantes se asignan a cinco grupos que se definen en relación con el tiempo relativo en el cual la innovación es adoptada, ya que no todos los individuos adaptan una innovación al mismo tiempo, con posturas diferentes respecto a las innovaciones como se detalla en la Figura 5.

Las teorías utilizadas comúnmente para el enfoque de la adopción incluyen el modelo de aceptación de la tecnología, la teoría de la acción razonada y la teoría del comportamiento planificado. En el modelo de aceptación de tecnología se plantea que una serie de factores influyen en la decisión y término de uso de una nueva tecnología por parte de los potenciales usuarios, lo que es afectado por la utilidad percibida, la facilidad de uso, algunas variables externas y las actitudes e intenciones de ellos. Mediante la introducción de la teoría de la acción razonada se busca superar las limitaciones del modelo anterior. Es una teoría más general que incluye los conceptos de actitudes del comportamiento, normas subjetivas, intención de uso y uso real. La teoría del comportamiento planificado va un poco más allá y estudia las condiciones en que el individuo no tiene el control de su comportamiento (Omona & van der Weide, 2010).

La adopción es un proceso crucial para el éxito de cualquier innovación ya que no tiene sentido una innovación sin o con una tasa muy baja de adoptadores. Su importancia para la innovación es tal que diversos estudios han medido la innovatividad organizacional como una función del número de innovaciones adoptadas en un período de tiempo determinado (Damanpour F. , 1991).

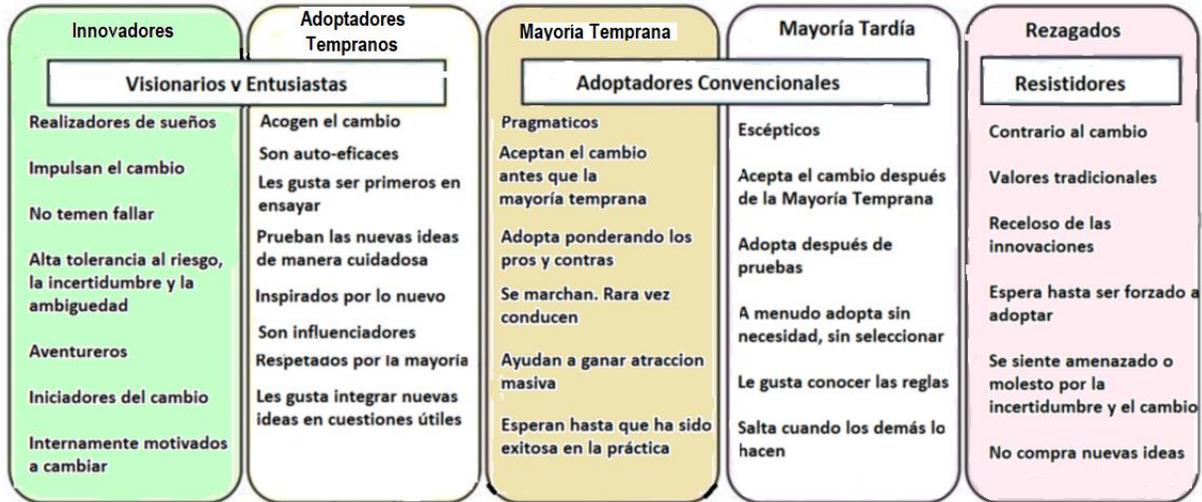


Figura 5 Características de los Adoptantes

Fuente: https://creativeemergence.typepad.com/the_fertile_unknown/innovation/

2.3.2 La complejidad de la innovación y sus etapas

Un *sistema complejo adaptativo* (CAS) es un tipo especial de sistema complejo que es capaz de cambio y adaptación autónoma en la medida de las interacciones con su medio (Heylighen, 2001), que continuamente desarrolla y mejora la manera en que funciona para sobrevivir dentro de entornos dinámicos. En todo momento, se informan de lo que ocurre en su entorno y simultáneamente influyen sobre este a través de su operación, lo que los habilita para auto-organizarse y adaptar su comportamiento como resultado de sus experiencias (Chiva-Gomez, 2004) como se aprecia en la Figura 6.

El proceso de innovación es considerado como un fenómeno social complejo, donde a través de interacciones entre las personas y las tecnologías emergen resultados diversos y novedosos ya que a pesar de estar gobernados por reglas simples, pueden generarse dinámicas temporales no-lineales (Garud et al., 2011), incluyendo el conocimiento tácito que resulta difícil para capturar (Fitjar et al., 2013). La innovación juega un importante papel para las organizaciones y los países que abordando los desafíos buscan aprovechar los beneficios del nuevo entorno económico mundial, pero donde la amenaza al ignorar sus implicaciones para los procesos productivos, sociales y educativos es un determinante que obliga a concientizarse que en este escenario resulta fundamental que la innovación sea conceptualizada de manera que se dé la importancia que conllevan las interrelaciones entre los elementos y actores, y que integre y coloque en marcha los procesos creativos que emergen en las organizaciones.

Esta nueva visión de la innovación toma en cuenta su naturaleza interdisciplinaria y convergente, su complejidad e incertidumbre, su desempeño no lineal (Lehoux et al., 2008) y los procesos de adaptación, interacción, auto-organización y emergencia que la caracterizan

(Serrano-Santoyo, 2013). En los procesos de innovación, las complejidades surgen porque estos son: 1) co-evolutivos, ya que implican simultáneamente múltiples niveles de análisis (A. H. Van de Ven, 1986), 2) relacionales cuando involucran un conjunto diverso de actores sociales y elementos materiales; 3) inter-temporales, ya que los sucesos temporales y las secuencias se dan de múltiples maneras; y 4) culturales, dado que se suceden dentro entornos contextualizados (Garud et al., 2013). En síntesis, la innovación emerge y evoluciona como un sistema complejo (Davis et al., 2007); (Garud et al., 2011) y como tal se comporta. Es un fenómeno que se ajusta perpetuamente, desarrollando nuevas estructuras, mecanismos y formas de operación, por lo que resulta central al proceso de adaptación (Gopalakrishnan & Damanpour, 1997); (Ishimatsu et al., 2004). Por estas razones, se puede concluir que la innovación además de ser un fenómeno complejo también presenta las características de un *sistema complejo adaptativo* (CAS) auto-organizante (Yilmaz, 2007). Bajo esta conceptualización se explora el fenómeno en esta investigación.

Además, se puede argumentar que *la difusión de las innovaciones* también es un *fenómeno complejo adaptativo* en razón a que tiene una fuerte afinidad con esta clase de sistemas (Rogers et al., 2005). La difusión de las innovaciones se considera un proceso complejo adaptativo porque el fenómeno de la difusión es: 1) no lineal; complejo e impredecible; y 2) es adaptativo en la medida en que los miembros de un grupo se auto-organizan y se reinventan conduciendo a divergencias en la personalización de la innovación, lo que hace la información local más diversificada. El proceso difusión compleja adaptativa se puede caracterizar por tres atributos: a) la difusión en un paisaje espacio-temporal; b) la difusión como emergencia; y c) la difusión evoluciona a través de múltiples, pero impredecibles, trayectorias posibles, atributos que identifican al proceso como un verdadero sistema complejo adaptativo (J.-S. Huang & Kapur, 2007). Desde esta visión se pueden construir modelos adecuados para explorar escenarios “*que pasaría si*” (“*what-if*”) para el entendimiento del fenómeno de difusión desde una perspectiva holística (J.-S. Huang, 2007).

Por otra parte, la *adopción de la innovación* es un proceso de naturaleza compleja y contingente (Greenhalgh et al., 2004). En la vida organizacional las personas no se comportan como receptoras pasivas de las innovaciones. Por el contrario, dependiendo de cada individuo “*indagan sobre ellas, las experimentan y evalúan, buscan su significación, desarrollan sentimientos positivos o negativos hacia ellas, las desafían y se quejan, las evitan, adquieren experiencia, las modifican para apropiarlas a tareas específicas e intentan mejorarlas o rediseñarlas, a menudo a través del diálogo con otros usuarios*” (Greenhalgh et al., 2004, p. 598) lo que evidencia la naturaleza compleja de la adopción.

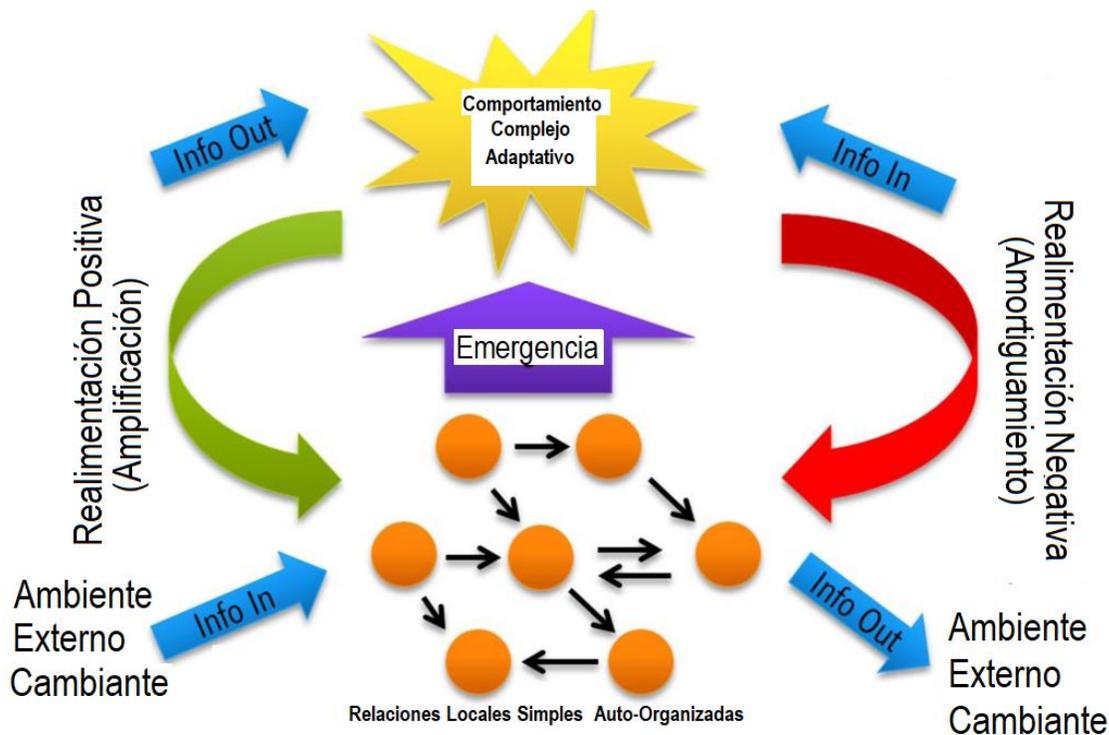


Figura 6 El Comportamiento Complejo Adaptativo

Fuente: <https://blogs.msdn.microsoft.com/zen/2010/08/10/the-new-world-of-emergent-architecture-and-complex-adaptive-systems/>

Las interacciones entre la cultura y la innovación organizacional. Existe una relación cerrada cuyos efectos son evidenciables en el impacto que la cultura organizacional ejerce sobre la innovación (Sharifirad & Ataei, 2012). Sobre este particular, diferentes investigadores han estudiado las similitudes y diferencias entre los conceptos de creatividad e innovación y la influencia que sobre ellos ejerce la cultura organizacional o alguna de sus dimensiones (E. C. Martins & Terblanche, 2003);(P. K. Ahmed, 1998);(McLean, 2005). En el mismo sentido la literatura contiene aportes que desde diferentes perspectivas intentan sustentar la importancia de la cultura organizacional sobre los procesos de innovación que llegan a constituirse como generadores de ventaja competitiva (Barney, 1986). Aunque diferentes estudios han evidenciado la existencia de una relación significativa entre la cultura y la innovación (March-Chorda & Moser, 2008);(McLean, 2005);(Tolba & Mourad, 2011);(Bruno, 2011). No se encuentra explícitamente como cada tipo de cultura impulsa o inhibe la innovación., a pesar de la escasa literatura sobre el tema, algunos estudios muestran que las tendencias de cada tipo de cultura ocasionan diferentes consecuencias sobre la innovación (Naranjo Valencia et al., 2008).

La habilidad de una empresa para producir innovaciones consistentes y benéficas se deriva en primera instancia de la cultura organizacional, por lo que el papel de los altos ejecutivos es fundamental si se desea llegar a una organización completamente innovadora que sostenga

un enfoque constante en la gestión de la innovación (March-Chorda & Moser, 2008). Las empresas debieran ajustar o cambiar su cultura organizacional a una que facilite la innovación continua, si se tiene en cuenta la cultura organizacional como un determinante de la capacidad de una empresa para innovar exitosamente (Baldwin, 1995). Estas capacidades son posibles solamente en la medida en que se adopte un enfoque estricto de la innovación a través de su cultura organizacional.

Amhed plantea que la cultura es el determinante principal que domina el nivel primario de innovación dentro de una empresa (P. K. Ahmed, 1998), y aunque que Poskiene sostiene que una cultura organizacional fuerte y profundamente arraigada es un factor fundamental para el mantenimiento de una innovación sostenida (Poškiene, 2006), otros autores son de criterio que una cultura basada en un control fuerte definitivamente no conduce a la creatividad e innovación, ya que las culturas destinadas a desarrollar la innovación y crear las condiciones propicias para su desarrollo son dinámicas, flexibles y de rápida adaptación a las condiciones cambiantes, sin soluciones estereotipadas (Szczepańska-Woszczyzna, 2014). Según Rauma & Wan Ismail (2008) la capacidad para impulsar una cultura de innovación es un componente esencial que provee a una organización con los elementos necesarios para innovar (Wan et al., 2007). Para Kaasa & Vadi (2008), la cultura es considerada como un terreno crucial para la innovación en varios aspectos, y si bien por sí sola no garantiza una intensidad alta en patentes, si impacta a la innovación ya que afecta los patrones que tratan con lo novedoso cuando se toman iniciativas individuales y acciones colectivas, y los entendimientos y comportamientos respecto a los riesgos y las oportunidades. Además, la creatividad individual que es la base para el inicio de la innovación no se encuentra influenciada solo por factores organizacionales -la cultura organizacional-, sino también por el entorno, -la sociedad-, en otras palabras, por la cultura como un todo (Kaasa & Vadi, 2008).

La cultura puede estimular el comportamiento innovador en los miembros de una organización ya que puede conducirlos hacia la aceptación de las innovaciones como un valor básico de la organización y promover el compromiso. La investigación empírica suministra evidencia suficiente que permite evidenciar la existencia de una relación relevante entre la cultura y la innovación (Julia C. Naranjo-Valencia et al., 2012), en donde se reitera que la cultura organizacional es necesaria para mejorar la creatividad y la innovación a pesar de hallazgos paradójicos que indican la posibilidad de que puedan convertirse en un obstáculo (Kenny & Reedy, 2006).

La cultura de la innovación. Una cultura organizacional innovadora *“es tal que una mejora continua a través de la organización es la norma”*. La generación e implementación de ideas es la clave para estos logros (Kenny & Reedy, 2006, p. 119). La literatura considera que existe un vínculo muy fuerte respecto de la relación entre innovación y cultura (Dobni, 2008). La cultura organizacional se considera como uno de los factores con mayor incidencia en la cultura de la innovación de los equipos de trabajo dada su potencial influencia en el

comportamiento organizacional (Naranjo Valencia, Sans Valle, & Jimenez Jimenez, 2008). Y aunque no existe garantía de que una cultura innovadora pueda cristalizar la innovación, si es claro que tiene la categoría de un prerequisite (Angel, 2006). La innovación es influenciada por ciertos valores, normas, principios, actitudes y comportamientos que se conocen como la cultura de la innovación (Muñoz-van den Eynde et al., 2015), lo que se interpreta como un constructo multidimensional (Wang & Ahmed, 2004);(E. C. Martins & Terblanche, 2003), aunque no hay un acuerdo unánime en relación a sus dimensiones o determinantes (Muñoz-van den Eynde et al., 2015). Dobni, ha estipulado que *“la cultura de la innovación es un contexto multidimensional que incluye la intención para ser innovador, la infraestructura para apoyar la innovación, los niveles operativos necesarios para influenciar el mercado, y la orientación al valor, además del entorno para implementar la innovación”* (Dobni, 2008, p. 540).

En AECA (1995) se expresa que una cultura innovadora es *una manera de pensar y comportarse que crea, desarrolla y establece valores y actitudes dentro de una firma, lo que a su vez puede generar, aceptar y apoyar ideas y cambios que involucran mejora en el funcionamiento y la eficiencia de la empresa, a pesar de que dichos cambios pueden significar un conflicto con el comportamiento convencional y tradicional* (AECA, 1995).

Al mismo tiempo que facilita la innovación, la cultura innovadora representa un recurso intangible que aporta al incremento de los niveles de innovación, proporcionando una manera de actuar, que aporta a la innovación una forma de pensar y actuar en su beneficio. Representa el entorno social y psicológico de la organización, las perspectivas comunes y el marco de convicción y valor reflejado en el comportamiento entre los miembros (El Harbi et al., 2014).

Una cultura innovadora es una red que integra a todos los miembros de la organización y algunos representantes externos, incluidos los competidores. En todo caso es un sistema que mejora la confianza y la confianza y que mueve las organizaciones de una posición defensiva a una perspectiva ofensiva en el mundo de los negocios (Georgievski, 2016). Teniendo en cuenta la influencia de la cultura organizacional sobre la innovación, las empresas deben promover la creación de una cultura innovadora que aporte a la institucionalización de la innovación en las organizaciones (Julia C. Naranjo-Valencia & Calderon-Hernández, 2018).

Capítulo 3 Diseño Metodológico

Los trabajos que estudian la difusión de la innovación a través de métodos tradicionales experimentan limitaciones respecto de las propiedades emergentes, no-lineales y adaptativas para explorarla e interpretarla como un fenómeno complejo (J.-S. Huang & Kapur, 2007). En armonía con el marco teórico de este trabajo, se adopta el modelamiento y simulación basado en agentes (ABMS), una tercera forma de hacer ciencia (Macal & North, 2007) para visualizar los patrones de comportamiento de la sociedad artificial que representa un grupo social. Otras técnicas de exploración cuantitativas se aplican a modo de una *estrategia exploratoria secuencial* (Creswell, 2009) con el propósito de generar los datos requeridos para la identificación individual de los agentes de la sociedad artificial que simula el conglomerado humano bajo experimentación, evitando la utilización de datos aleatorios utilizada en diferentes experimentos análogos (Epstein & Axtell, 1996).

En este enfoque, el sistema compuesto por los funcionarios de un Departamento de cardiología de una entidad prestadora de servicios de salud se modela como compuesto por agentes individuales heterogéneos que interactúan con sus pares cercanos en el trabajo, y en las redes sociales y toman decisiones de adopción de las innovaciones con límites racionales.

Los patrones del proceso de difusión/adopción de las innovaciones emergen, evolucionan y pueden mostrar adaptación (auto-organización) en un proceso *bottom-up* dentro de un entorno espacio-temporal. La atención se centra en el proceso de difusión/adopción de la cultura innovadora y en su complejidad como una de las características de la innovación. Se interpretan la innovación y la cultura organizacional a través de los lentes de la teoría de los sistemas complejos adaptativos (Garud et al., 2011);(Foster, 2015) y se trabaja bajo la concepción de un *experimento natural*²¹(Mitleton-Kelly, 2003a). El modelo permite a los directivos y líderes la exploración de escenarios “*que pasaría si*” o (*What if*), lo que no es posible con la utilización de los métodos convencionales (Goldstone & Janssen, 2005).

Tipo de Investigación. En esta investigación se aplica una metodología cuyo propósito es conseguir el mayor acercamiento, dentro de lo posible, a la realidad respecto del conglomerado humano bajo experimentación. Esta aproximación se ve reflejada en los modelos y los resultados de las simulaciones computacionales. Un estudio de caso exploratorio integrado con la teoría de la complejidad se propone como una nueva forma de estudiar las organizaciones de atención médica. La técnica del estudio de caso es un método apropiado para estudiar los sistemas. La teoría de la complejidad, por su parte, sugiere que “*las claves para entender el sistema se encuentran inmersas en patrones de relaciones e interacciones entre los agentes del sistema*”. La teoría de la complejidad asociada con los

²¹ Un *experimento natural* es un diseño o modelo metodológico cercano a un cuasi-experimento (Trochim, 2007) donde el investigador no interviene en la creación de grupos de tratamiento y control (Nass & Merino, 2008).

estudios de caso se presenta como un escenario para la tarea de estudiar un sistema como una totalidad integrada (Anderson, Crabtree, Steele, & McDaniel Jr., 2005, p.1).

Los investigadores han estudiado repetidamente las organizaciones del cuidado de la salud utilizando diseños de estudios de caso tradicionales. Estos procedimientos son útiles en alguna medida, pero, están fundamentados en modelos teóricos que aparecen como incongruentes con la naturaleza de las organizaciones de atención médica debido a la representación de las organizaciones como sistemas mecanicistas con vínculos y causas directas y predicción de sus dinámicas a partir de datos históricos. Pero, las organizaciones de atención médica son sistemas complejos adaptativos (CAS) (Plsek & Wilson, 2001, p. 746);(McDaniel Jr., Lanham, & Anderson, 2009, p. 191) donde las relaciones son críticas, no-lineales conduciendo a dinámicas impredecibles (Kauffman, 1995);(Mainzer, 2007); (Stacey, 1996).

Un cuestionario fundamentado en la teoría de la cultura organizacional orientada a la innovación se suministra a todos los integrantes del grupo seleccionado para conseguir los datos cuantitativos que sirven como condiciones iniciales que se utilizan en la simulación del modelo computacional.

Se debe resaltar que la data obtenida de las repuestas de estos cuestionarios representa una imagen estática del sistema en un punto determinado del tiempo y solo sirven como condiciones iniciales. Por tanto, no tiene implicaciones directas sobre la complejidad o no del sistema o los fenómenos emergentes que podrían suscitarse en el caso que el sistema sea complejo. Es precisamente la simulación computacional del modelo la que permite visualizar, mientras el tiempo transcurre, los patrones de comportamiento correspondientes a las dinámicas propias del sistema. Se manifiestan sus emergencias, evolución y adaptación (auto-organización) correspondientes a las combinaciones de valores controlables de los parámetros considerados importantes para los fines de cada proyecto.

Lo que se implementa es un laboratorio *in silico* libre de los impedimentos éticos o de costo de los experimentos *in-vivo* propios de la experimentación con ciencia normal.

De acuerdo con lo anterior, se puede consolidar la articulación de los estudios de caso con el modelamiento y simulación implementando una sociedad artificial cuyos agentes simulan, en este caso, a cada uno de los individuos de la organización caracterizados:

1. *Por sus tendencias personales en cuanto a innovación y;*
2. *Por sus opiniones relacionales con los demás miembros del grupo.*

Los resultados obtenidos no pueden generalizarse, al igual que en los estudios de caso. No implican en manera alguna lo que ocurre en otras dependencias, menos aún contienen las características de toda la organización.

En términos generales los agentes de una sociedad no tienen que ser necesariamente personas, sino que pueden involucrarse organizaciones, parte de organizaciones, clubes,

territorios, etc.

3.1 El Estudio de Caso. Esta forma de investigación resulta apropiada para los fines de este estudio. El estudio de caso se refiere a “*una indagación empírica que investiga un fenómeno contemporáneo en profundidad y dentro de su contexto real de vida*” (Yin, 2009, p. 18). Implica una selección de fenómenos sobre los que se desea indagar. Los estudios de caso permiten la exploración y el entendimiento de cuestiones complejas y se pueden calificar como un método robusto de investigación, particularmente cuando se requiere trabajar a profundidad de manera holística (Zainal, 2007).

En la actualidad, los casos son considerados como metodológicamente equivalentes a sistemas complejos (Castellani & Rajaram, 2012). Además, la difusión de las innovaciones ha sido concebida como un sistema complejo adaptativo que amplía los enfoques para fomentar la difusión escalable y sostenible de la innovación en estudios de caso múltiples (J. Huang, 2014). El estudio de caso es el método apropiado cuando se requiere explorar las preguntas *cómo y por qué* en opinión de (Yin, 2009).

Se debe precisar que no es el propósito de este trabajo aplicar investigación cualitativa ni cuantitativa y que los investigadores actualmente utilizan una variedad de modelos para estudiar los sistemas complejos, uno de ellos es modelamiento basado en casos (Byrne & Ragin, 2009) que se concreta en la ciencia de la complejidad basada en casos y corresponde particularmente a los últimos desarrollos en las ciencias computacionales y de la complejidad. Esta opción resulta pertinente para los objetivos de esta investigación porque “*los casos son el equivalente de los sistemas complejos; o alternativamente, los sistemas complejos son, teóricamente hablando, casos y por tanto deberán ser estudiados como tales*”. Castellani menciona que con esta premisa “Byrne introduce un enfoque totalmente nuevo para modelar la complejidad social y las dinámicas temporales y espaciales de los sistemas complejos” (Castellani & Rajaram, 2012).

Los estudios de caso en combinación con el enfoque de las ciencias de la complejidad proporcionan novedosas herramientas para el estudio de las organizaciones (Anderson, Crabtree, Steele, & McDaniel Jr., 2005, p.2). En esta línea se han desarrollado trabajos como estudio de caso desarrollados con leyes de potencia: la adaptación de las vías alimentarias e indicadores de desnutrición en Filipinas (Andrei, 2014, p. 214). O modelamiento y simulación en agentes: la desaparición de los Anazasi, la batalla de Trafalgar, la influenza en Manitoba (Düring, 2014, p. 127:131).

3.2 La población y la muestra. Esta investigación se desarrolla en el Departamento de Cardiología de una Entidad Prestadora de Servicios de Salud en la Ciudad de Cali. El grupo de estudio está constituido por todos los funcionarios adscritos a esa dependencia.

Como el ARS y el ABMS operan en función de agentes y no sobre promedios de datos agregados, la población y la muestra son equivalentes y corresponden a todos los funcionarios de la sección seleccionada. A ellos se les suministra el cuestionario impreso.

3.3 Las Técnicas de Investigación. Para la recolección de la información en esta investigación se utiliza un cuestionario fundamentado en las coincidencias con la teoría de la difusión/adopción de las innovaciones.

A partir de la teoría se define la cultura de innovación inicial de cada funcionario como un grupo de cinco características y cinco rasgos que define la tendencia innovadora de cada participante de acuerdo con lo planteado en 2.3.1

3.4 El cuestionario

Las variables para calificar a los integrantes del equipo se extraen de la teoría de la innovación y sirven para la elaboración de un formulario de encuesta con 30 preguntas tipo escala Likert de 5 puntos, que se suministra a todos los funcionarios. El encuestado debe registrar su opinión en una sociomatrix que mide la relación interpersonal de cada participante con los demás miembros del equipo de trabajo y sirve para evaluar, como condiciones iniciales, las influencias positiva y negativa que recibe por parte de los demás integrantes del grupo bajo estudio, con escala Likert de 1 a 7.

Para la caracterización individual de la *innovatividad*²² de un individuo en cuanto a su tendencia a innovador, adoptador temprano, de la mayoría temprana, mayoría tardía o rezagado (Rogers, 2003) se han utilizado en múltiples casos diferentes cuestionarios que se califican a través de escalas Likert, independientemente de las metodologías de investigación empleadas en cada trabajo y de los fines para los que se utilizan estos resultados. Se ha trabajado para conocer la innovatividad individual, independiente del medio (Hurt, H. T., Joseph & Cook, 2013), en aspectos de difusión de innovaciones por los profesionales de relaciones públicas (Savery, 2005), sobre la innovatividad de los administradores educativos (Coklar, 2012); en la evaluación docente (Fabila Echauri et al., 2013).

El cuestionario aplicado en esta investigación se elabora con base en la revisión de los diferentes instrumentos utilizados en los trabajos referenciados adaptando las preguntas a los intereses de este trabajo. Para nuestro caso, esta categorización se utiliza como el estado inicial de la sociedad artificial que simula el grupo del Departamento de Cardiología que, a través de las interacciones entre los agentes y sus interrelaciones con el medio en el transcurso del tiempo, puede ir cambiando sus patrones de comportamiento en el proceso de evolución y auto-organización. Este desarrollo se visualiza en las simulaciones computarizadas que

²² El concepto de innovatividad se refiere a las diferencias interindividuales que caracterizan las respuestas de las personas a las cosas nuevas. Existen al menos tres enfoques para conceptualizar la innovatividad: comportacional, rasgos globales y actividad de dominio específico (Goldsmith & Foxall, 2003, p. 324).

muestran como en la medida que los consumidores toman sus decisiones de adopción individualmente estas se agregan para producir en el tiempo los patrones de difusión. Entonces, la adopción es un proceso de decisión individual de orden micro, mientras que la difusión es un proceso social de orden macro (Goldsmith & Foxall, 2003, p. 324).

En cuanto a la escala Likert, se debe indicar que su diseño e implementación ha sido direccionado al conocimiento de la postura hacia la innovación de las personas en diferentes contextos, como se dijo antes. Entre las argumentaciones para el uso de la escala Likert se incluyen su facilidad de uso, la facilidad para realizar las pruebas de confiabilidad, y la sencillez para la interpretación de los resultados que pueden ser convertidos a porcentajes (Spooren et al., 2007). La escala Likert se puede calificar como un instrumento interrogatorio según (Namakforoosh, 2007). Este método para recopilación de datos es el más acreditado en ciencias sociales y humanas donde el objeto de estudio puede estar conformado por seres humanos, que proporcionan testimonios o cuestiones de mayor complejidad como preferencias, actitudes y opiniones a las que se accede a través de *lo dicho* o la expresión de la persona sobre el tema de interés (Fabila Echaury, Minami, & Izquierdo Sandoval, 2013, p. 32:33). La escala Likert es aditiva con nivel ordinal que se construye por medio de componentes que se someten a la reacción de los sujetos cuyo grado de acuerdo o desacuerdo permite asignar una puntuación favorable o desfavorable. El número de categorías es una decisión del investigador quien lo define basándose generalmente en la capacidad de discriminación de los sujetos participantes potenciales. En el caso de esta investigación los niveles de discriminación de los encuestados que se presume tienen un nivel educativo elevado se emplean cinco categorías para la primera parte del cuestionario y siete para la parte sociométrica de acuerdo a (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio. P., 2007, p.162).

Con base en sociomatrices se construye la red de contactos y las redes de influencia positiva y negativa, para posteriormente proceder a su análisis (ARS). Se entiende que las opiniones expresadas por los miembros del grupo en el formulario de encuesta han sido influenciadas por las características, rasgos, principios y supuestos subyacentes de las teorías del paradigma cognitivo de la cultura organizacional (Schein, 2004a; Smircich, 1983; Martin, 2002). Los datos recogidos en esta encuesta sirven para caracterizar a cada funcionario individualmente respecto a su motivación, a los impedimentos y a sus preferencias de adopción de las innovaciones. Esta es la impronta con la que se define cada agente en la sociedad artificial que simula el entorno de investigación del Departamento bajo estudio.

Para el estudio cuantitativo, se solicitó por escrito autorización para la realización de la encuesta a la Dirección del Departamento, que comunicó vía Internet a los funcionarios sobre el propósito del estudio y la colaboración que deberían brindar. A cada encuestado se le pide autorización para participar en el estudio por parte del investigador principal del proyecto al entregarle el cuestionario impreso. El cuestionario no ha sido validado para la población objeto de estudio ya que es un estudio exploratorio.

El método riguroso con que se realizó el trabajo de campo aporta a la *credibilidad* del estudio (Patton, 2002). Aunque el estudio de caso de esta investigación cumple con algunos de los cinco principios requeridos para la generalización de los hallazgos de un estudio experimental o naturalístico (Lincoln & Guba, 2002) no se pretende generalizar los hallazgos ya que se trata de una fase exploratoria suficiente para los fines buscados.

Capítulo 4 Estudio empírico y resultados

4.1 El Modelo

Los métodos actuales de investigación (estadísticos, matemáticos, redes sociales y cualitativos), presentan serias limitaciones para investigar el proceso de adopción de las innovaciones, si se desea considerar su naturaleza verdaderamente compleja. Estas falencias pueden resolverse si se utilizan herramientas apropiadas para evidenciar o visualizar la emergencia y evolución de los fenómenos complejos, como se evidencia en la Tabla 1.

Para esta investigación se acepta que la difusión/adopción de las innovaciones se produce generalmente a través del contagio social o la imitación. En el caso de la difusión/adopción de innovaciones médicas en los profesionales de la salud se soporta en un conjunto de suposiciones teóricas como el aprendizaje, la toma de decisiones bajo incertidumbre, las presiones sociales y normativas, el conocimiento de médicos expertos, las preocupaciones competitivas, los efectos del rendimiento de la red médica, la autonomía profesional, el individualismo y la evidencia científica (Van den Bulte, 2001).

Uno de los factores que hacen relevante el proceso de difusión/adopción de las innovaciones en salud radica en las diferencias en el desempeño del cuidado médico que pueden ser causadas por las variantes en la introducción, difusión y aceptación de nuevas prácticas (Greenberg, 2006). Aunque se han utilizado diversos modelos para la exploración de la difusión/adopción de las innovaciones como ecuaciones diferenciales de orden bajo, análisis de regresión de datos agregados y teoría de juegos los cuales resultan apropiados para algunos propósitos explicativos, el modelamiento y simulación basado en agentes (ABMS) es la herramienta apropiada en el estudio de sistemas espacialmente distribuidos con actores autónomos interactuando en redes sociales, especialmente cuando la toma de decisiones es afectada por información restringida, racionalidad limitada o capacidad computacional.

El ABMS es un mecanismo que aporta a la investigación empírica en el mundo real ya que genera patrones macroscópicos que surgen de las interacciones de agentes locales como fenómenos emergentes (Epstein, 1999). A diferencia de los modelos matemáticos y estadísticos el ABMS permite considerar la heterogeneidad, la autonomía y las interacciones locales, como también los efectos de las restricciones de orden institucional, estructural o ambiental. Las simulaciones permiten observar y visualizar propiedades agregadas y comprender las dinámicas complejas en tiempo y espacio a escalas micro y macro (Bianchi & Squazzoni, 2019). Las situaciones donde los agentes están influenciados por su contexto social pueden abordarse adecuadamente mediante esta técnica. Pocos estudios se han realizado aplicando esta perspectiva para el estudio de la innovación médica (Borracci & Giorgib, 2018).

Esta investigación se circunscribe al modelamiento y simulación basada en agentes (ABMS) como la metodología apropiada para superar las carencias mencionadas.

Tabla 1 Limitaciones de los Métodos Actuales de Investigación Vs. ABMS

Fenómeno de la Difusión	Métodos Estadísticos	Métodos Matemáticos	Métodos de Redes Sociales	Métodos Cualitativos	Enfoque ABMS
No-linealidad	No	Si (con limitaciones)	Si	Si	Si. Los profesores se modelan como agentes heterogéneos con su propia racionalidad limitada, redes sociales y contexto local. En la medida de sus interacciones, la proporcionalidad entre causa y efecto no puede asumirse.
Adaptación en la difusión	No	No	No	Si	Si. El ABMS permite a los agentes autoorganizarse (en forma de búsqueda activa de información, cuando tienen una opinión positiva) y personalizar la innovación para su contexto local.
Difusión sobre espacio y tiempo	Sobre el tiempo (con limitaciones)	Sobre el tiempo	Sobre el espacio	Sobre espacio y tiempo	Si. Los funcionarios interactúan con sus pares cercanos en las redes de la organización. A medida que los funcionarios toman decisiones en el tiempo, la innovación se difunde en las redes sociales.
Difusión como una emergencia	No	No	Si (con limitaciones)	Si	Si. El proceso de difusión no está integrado en el modelo. Emerge de las interacciones locales y la toma de decisiones de los funcionarios.
Trayectorias impredecibles	No	No	No	Si	Si. Debido a la heterogeneidad de los agentes y sus interacciones y adaptaciones, las trayectorias de difusión son impredecibles y dependientes del camino.
Exploración de escenarios "qué pasaría si"	Poco	Poco	Si (con limitaciones)	No	Si. Las políticas y el contexto laboral se modelan como las reglas para las interacciones y los límites para la adaptación de los agentes. Se pueden modificar para permitir a los investigadores simular en escenarios "qué pasaría si".

Fuente: Adaptado de (J.-S. Huang, 2007)

4.2 Las Características de los Potenciales Innovadores

Para conocer las preferencias individuales de los potenciales innovadores este trabajo se acoge a la caracterización propuesta por Rogers (2003) con cinco categorías como se presenta en la Figura 5. Los resultados sirven como valores iniciales para el programa de la sociedad artificial que emula el comportamiento respecto a la adopción o rechazo de las innovaciones del personal del Departamento bajo estudio. Para lograr este objetivo se aplica el cuestionario en el Anexo A.

4.3 La Adopción de la Innovación en las Prestadoras de Servicios de Salud

El proceso de adopción de la innovación representa un campo específico anidado, algo así como una subcultura embebida, dentro de la cultura general de una organización. Para esta investigación se ha seleccionado un Departamento de una entidad prestadora de servicios de salud en la Ciudad de Cali como el contexto de desarrollo de un modelo basado en sistemas multiagente (ABMS). Los equipos de trabajo están compuestos de personal con diferentes niveles de estudio escolaridad.

Se examinan las características de emergencia y evolución de la cultura innovadora como una subcultura dentro de la cultura general de la organización. Los parámetros de las variables adoptadas se miden por medio de encuestas, de manera que se obtienen datos cuantitativos con buen grado de certeza para los valores iniciales del modelo en sistemas multiagente. Se construye una emulación del fenómeno de la difusión/adopción de la innovación que permite visualizar cómo emerge y evoluciona la cultura innovadora en un Departamento una organización prestadora de servicios de salud, cómo son las relaciones de influencia entre sus miembros, que factores los motivan a adoptar o rechazar las innovaciones.

Se debe precisar que la tarea de recolección de datos sobre motivadores y obstaculizadores de la difusión/adopción de las innovaciones es una tarea difícil. En Colombia, los datos son incipientes o no existen. Las instituciones son en extremo celosas y desconfiadas con su información y esta labor se convierte en una tarea titánica.

4.4 La Selección del Modelo de Influencia Social. Para este trabajo sobre la cultura de la investigación se selecciona un modelo que acepta la influencia social asimilativa (*integración social*) e influencia social repulsiva (*diferenciación social*) ambas con posibilidad de establecimiento de un umbral de similaridad. Este modelo se acoge al principio KISS, por lo tanto, se trata de mantenerlo lo más sencillo posible. Sin embargo, debe permitir probar sus resultados en relación con las condiciones del consenso, la diversidad y la polarización cultural dentro de la organización.

La novedad del modelo se concreta en aspectos como:

1. Se utilizan datos reales en vez de generar datos aleatoriamente en el propósito de aportar un mayor realismo a los resultados.

2. La localización geográfica de los agentes se realiza basada en la red de interacciones. Esto proporciona mayor naturalidad a los resultados de las simulaciones.

El modelo genera patrones que pueden someterse a prueba de los estados de consenso y diversidad cultural, polarización o segregación cultural (en clústeres) en la organización.

4.5 Los Recursos e Instrumentos. Para el desarrollo y ejecución del modelo ABMS se utilizan los recursos teóricos y computacionales descritos a continuación. Un formulario de encuesta se diseñó para indagar sobre los aspectos referentes al proceso de la difusión/adopción de la innovación en el Departamento de Cardiología. Recoge los datos necesarios para caracterizar individualmente a cada funcionario. Los participantes diligencian una sociomatriz para la elaboración de los sociogramas correspondientes a los grafos de contactos e influencias, a partir de cuales se estructuran las redes complejas de interés. Con base en la caracterización individual de los participantes se aplican los fundamentos del ABMS y estos se convierten en los agentes de la sociedad artificial para los experimentos.

Existen plataformas de simulación de código abierto como *Mason*, *Repast* y *Netlogo*. Considerando la facilidad de programación, la disponibilidad sin costos y acogida que ha tenido en el ambiente científico se ha optado por trabajar sobre la plataforma Netlogo. Esta es una herramienta útil para aproximar a la realidad la simulación de fenómenos complejos:

“NetLogo...es un lenguaje de programación multiagente y un entorno de modelamiento para simular fenómenos naturales y sociales. Es particularmente adecuado para modelar sistemas complejos que evolucionan con el tiempo. Diseñamos NetLogo para la educación y la investigación”(Tisue & Wilensky, 2004, p. 1).

4.6 Los Experimentos. Los escenarios considerados están en el aspecto de la cultura de la innovación. Se consideran las características y rasgos de la cultura de la innovación de acuerdo a la teoría.

Los escenarios simulados son:

1. Inicial
2. Con ajuste de influencia externa
3. Con ajuste de influencia interna
4. Con influencia *repulsiva*
5. Vinculación de nuevo personal

Las simulaciones se desarrollan tanto para el ABMS como para el ARS en etapas progresivas iniciando con el modelo estándar de influencia y homofilia (Axelrod) y se van incorporando más funciones.

4.7 Las Redes Complejas en esta Investigación

Se realiza el análisis de la red compleja de la sociedad artificial que emula al Departamento bajo estudio. De las encuestas se extraen datos relaciones a modo de sociomatrices, una de las tareas “*más difíciles de realizar*” (Molina, 2000), que permiten construir los sociogramas (grafos) para la elaboración de las redes de homofilia o *influencia atractiva* o *positiva* y de *influencia repulsiva*. Se pueden detectar los nodos con mayor conectividad y centralidad, con mayor influencia positiva y mayor influencia negativa, estos son rasgos que pueden asociarse con el *liderazgo innovador*²³. Las redes construidas son dinámicas, de manera que se visualiza la emergencia y evolución del liderazgo y se pueden evaluar sus características principales. Además, la formación de redes de innovación es tanto un arte como una ciencia. Como todo sistema complejo *cualquier red es impredecible y finalmente imposible de controlar*. En el ARS es importante tener en cuenta como afirman Barsh et. al, que la descentralización en las redes mejora la colaboración y el desempeño (Barsh et al., 2008, p. 42).

El ARS utiliza medidas de carácter global referentes a las características de la red y otras específicamente dedicadas a la determinación de los atributos de cada nodo que proporcionan ideas sobre la estructura de la red, de manera que se puede indagar sobre los fenómenos sociales subyacentes. Existen diversas formas de medida para diversas finalidades (Cordón García, 2013) Se utilizan generalmente:

<i>Diámetro</i>	Longitud del camino más largo de la red. Proporciona una idea de la proximidad entre parejas de nodos.
<i>Densidad</i>	Proporción de los enlaces actuales a los enlaces posibles en una red. Indica el grado de conectividad a nivel global.
<i>Coefficiente de clustering medio</i>	Medida global que indica la probabilidad de que dos vecinos de un nodo escogido aleatoriamente estén conectados entre sí. Las redes sociales reales corresponden a redes de mundos pequeños (small worlds) con valores de clustering medio relativamente altos. Es el promedio de los coeficientes de clustering de todos los nodos de la red.
<i>Modularidad</i> (Modularity Class)	Medida de la estructura de las redes o grafos. Mide la fuerza de la división de una red en módulos, agrupamientos, comunidades o clústeres. A mayor modularidad se asume que la red tiene conexiones fuertes entre los nodos que conforman un clúster y pocos enlaces entre nodos de diferentes módulos.

Fuente: (Universidad Nacional del Sur, 2018)

Para los nodos, las medidas están basadas en el concepto de *centralidad* para las redes no dirigidas y *prestigio* para las redes dirigidas. Son de común utilización:

<i>Coefficiente de agrupamiento</i> (Clustering Coefficient)	También llamado <i>transitividad</i> de un nodo es una medida local que indica el nivel de agrupamiento que existe en torno a ese nodo.
---	---

²³ También denominado Liderazgo Creativo, se refiere a la capacidad de liberar la genialidad colectiva del equipo, es decir para crear las condiciones necesarias de manera que la creatividad e innovación florezcan de forma natural en el entorno de trabajo (<https://inusual.com/es/blog/como-reconocer-a-un-lider-innovador>).

<i>Centralidad de grado de un nodo</i>	En una red no dirigida es el número de enlaces que conectan un nodo con otros. En redes dirigidas se usa el <i>grado de entrada</i> (in-degree) o prestigio de entrada también conocido como <i>soporte</i> para la comunicación entrante y el <i>grado de salida</i> (out-degree) o prestigio de salida llamado <i>influencia</i> para las conexiones salientes. El grado total es la suma de los dos anteriores. Se llama <i>fuentes</i> a un nodo donde las entradas son nulas y <i>sumidero</i> cuando no hay salidas. Los actores con muchas conexiones entrantes son <i>prominentes</i> . Los actores con muchos enlaces salientes son <i>influyentes</i> .
<i>Centralidad de cercanía</i> (Closeness Centrality)	En redes no dirigidas se refiere a la distancia de un nodo a otros en la red. La importancia del actor consiste en <i>estar en medio de las cosas</i> , no demasiado lejos del centro. En redes dirigidas se pueden considerar los enlaces en cada dirección resultando la cercanía de entrada y la cercanía de salida
<i>Centralidad de intermediación</i> (Betweenness Centrality).	Esta medida toma en cuenta la circulación de la información en la red, pero solo depende de los vecinos inmediatos, dejando de lado los vecinos indirectos. Indica que tantos nodos dependen de uno en particular para que este transfiera la información. Los actores con centralidad de intermediación alta, que pueden llegar a cumplir funciones de <i>intermediarios</i> (<i>Broker</i>), son importantes porque pueden facilitar o bloquear el flujo de información entre subgrupos a modo de interfaces.
<i>Centralidad de excentricidad</i> (Eccentricity Centrality).	Es la inversa de la máxima distancia geodésica entre un nodo y otro (excentricidad) cualquiera en la red. A mayor valor de excentricidad los actores son más <i>periféricos</i> a menor valor son más <i>centrales</i> .

Fuente: (Universidad Nacional del Sur, 2018)

▪ **El modelo para redes.** Para el análisis en redes, en esta investigación se utiliza la plataforma *Gephi*, de código abierto, cuya interface permite a partir de datos en archivos *.csv* importar los datos del estudio empírico para formar la red para cada escenario en experimentación y obtener las medidas:

▪ <i>Grado medio</i>	▪ <i>Modularidad</i>	▪ <i>Centralidad de vector medio</i>
▪ <i>Grado medio con pesos</i>	▪ <i>Pagerank</i>	▪ <i>Longitud media de camino</i>
▪ <i>Densidad del grafo</i>	▪ <i>Coficiente medio de clustering</i>	

Se puede conformar automáticamente la visualización de la red para lograr una imagen apropiada a los fines de cada proyecto. Hasta aquí el ARS es estático. Para otorgar dinámica a la red en Gephi, se ha diseñado una plataforma para redes en Netlogo que procesa los escenarios de manera similar a como se hace con el ABMS, pero permite exportar a Gephi la evolución de la red.

4.8 El ABMS en este trabajo

El modelo en agentes es útil para la explicación de los resultados de los diferentes escenarios simulados. Se involucran 100 agentes, y se explican las posibilidades de ocurrencia si algunas condiciones se modifican. Para Sterman “*la simulación es la única vía práctica para probar esos modelos*” (Sterman, 1994, p. 321). La interacción entre los agentes y entre estos y el entorno en el ABMS es un proceso intuitivo basado en especificaciones de contextos sociales que se aplica informalmente por los científicos sociales. El ABMS es una alternativa apropiada a los propósitos

de esta investigación ya que los actores pueden ser representados cercanamente a su comportamiento e interrelaciones en la vida real con lo demás integrantes del equipo bajo estudio y con el medio. Los agentes son representados como elementos con su propia personalidad, su conocimiento, sus puntos de vista, procesos de pensamiento y capacidades (Chattoe-Brown, 2014).

Los agentes se representan por cinco características generales que se presentan en la Figura 5 y se han establecido como las variables de interés de la emergencia y evolución de la sociedad artificial construida. La intensidad con que cada agente es afecto a cada una de las características se mide en una escala nominal de 1 a 5. Este valor se obtiene de los formularios de encuesta suministrados a los funcionarios. Para la toma de decisiones del agente computacional se acude a las lógicas no clásicas. Se utiliza la lógica modal, ya que el agente tiene varias opciones de selección, superando los principios de *no contradicción* y del *tercero excluido* de la lógica clásica o Aristotélica. Las opciones de decisión para el agente son:

1. *Acepta la influencia*
2. *No acepta la influencia*
3. *La influencia repulsiva hace que el agente tome una decisión contraria a la influencia*

Las decisiones que toma el agente computacional innovador se fundamentan en la teoría del razonamiento práctico (Bratman, 1999) que conduce al modelo cognitivo BDI (*Belief, Desires & Intentions*), donde las creencias (*Belief*) son el equivalente a los supuestos básicos en el modelo teórico de Schein (1985). Las interacciones son no-lineales si se tiene en cuenta que la influencia de un agente sobre otro depende del valor de cada característica para un instante del tiempo y esta es una escala nominal. También son de influencia mutua ya que el programa coloca a interactuar a cada agente con todos los demás. Estos lazos de realimentación pueden ser positivos, nulos o negativos dependiendo de la situación relativa de la cultura innovadora entre las parejas de agentes que se van evaluando y las condiciones de operación en cada escenario.

De acuerdo a lo anterior, la sociedad artificial emerge y evoluciona bajo los principios de los sistemas complejos adaptativos por lo que se puede visualizar la emergencia, la evolución y la autoorganización (adaptación) de la cultura innovadora en el Departamento. El enfoque de análisis de redes permite eventualmente explorar también la emergencia y evolución del *liderazgo innovador*. El modelo genera los patrones de evolución de las características de los adoptadores, las zonas o clústeres culturales diferentes, como un resultado bottom-up emergente de las interacciones de los agentes. Los escenarios se pueden modificar para observar y explicar los diferentes patrones resultantes.

▪ **El modelo de simulación ABMS.** Se utiliza la plataforma NetLogo. Una vez realizados los pasos del proceso de construcción, se integran las funciones y algoritmos para obtener un comportamiento que permite generar la emergencia y evolución de la sociedad artificial. Operando sobre la interfaz NetLogo el modelo permite:

- *Modificar el valor de la similaridad cultural para permitir o inhibir las interacciones.*
- *Modificar el valor del umbral de confianza que permite o impedir la influencia.*

- *Modificar el umbral de repulsión que permite acentuar o atenuar la condición de influencia negativa.*
- *Activar/desactivar la influencia social repulsiva*
- *Generar datos aleatorios si se considera necesario.*

Salvedad

Aunque se diseñó un formulario de encuesta que se presenta en el Anexo A que permitiría recolectar información la información real que se pretende recolectar, esta actividad no ha podido desarrollarse y se continua a la espera que la entidad seleccionada apruebe su realización. Por tanto, para realizar las simulaciones se recurre a la generación de datos a través de algoritmos computacionales que se aproximan a los conceptos teóricos del fenómeno de la difusión /adopción de las innovaciones. Se continúa insistiendo ante las directivas institucionales para lograr la autorización mencionada.

4.9 Las Simulaciones y Resultados

En la Figura 7 se presenta la interfaz Netologo con 100 agentes y con distribución normalizada de acuerdo con la teoría de la adopción de Rogers (2003). Las posibles influencias internas y externas que pueden afectar la evolución del sistema se encuentran anuladas.

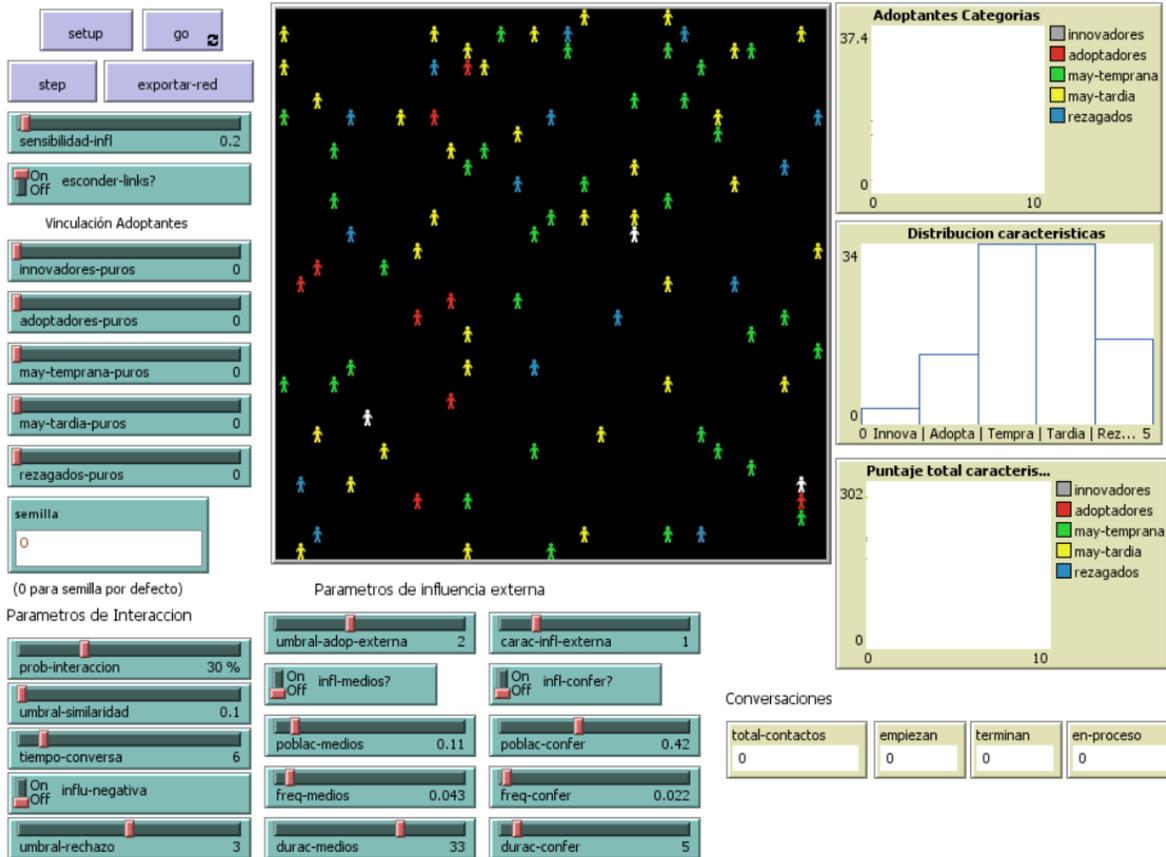


Figura 7 Interfaz NetLogo

En la ejecución de la simulación de la evolución de la sociedad artificial inicial sin influencias de ningún tipo que se aprecia en la Figura 8. Se presentan alternancias en la distribución de las características de los adoptantes evidenciando vulnerabilidad en la identidad de ellos respecto de su postura ante las innovaciones.

Al transcurrir el tiempo se puede observar que las influencias personales libres indican que se presenta una polarización entre innovadores y rezagados. El resultado no es prometedor ya que el patrón de comportamiento indica que el número de rezagados supera al de los innovadores. La idea central de la evolución cultural consiste en que las interacciones entre las personas en un conglomerado debieran conducir a una sola cultura al transcurrir el tiempo, pero se conoce que eso no es lo que ocurre en la vida real, los resultados de esta simulación verifican esto. Lo anterior sugiere que se requieren acciones que disminuyan este estado de divergencia de criterios, de manera que se mejore la cultura innovadora a través de posibles programas como: intervenciones de los productores de tecnología, suministro de información sobre nuevos equipos, incentivar la consulta en internet por parte de los funcionarios, asistencia a congresos, seminarios, formación para la actualización en nuevas tecnologías, etc.

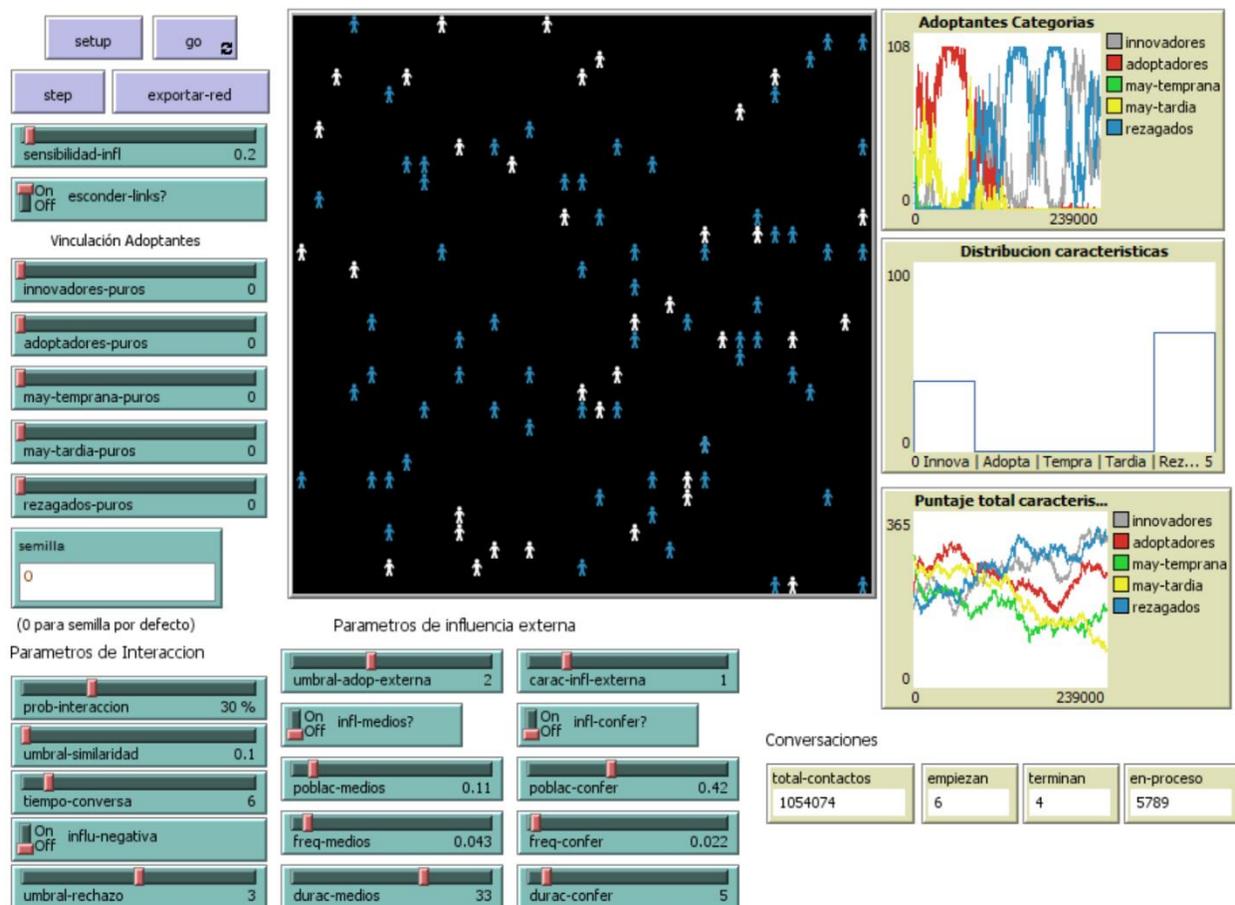


Figura 8 Sistema Inicial

La red para este sistema inicial sin ninguna influencia interna o externa evidencia la existencia de siete comunidades lo que es coherente con las fluctuaciones constantes en la conformación de los grupos de adoptantes. Finalmente, la población de rezagados es comparable a la de innovadores dado que hay siete grupos de opiniones diferentes en esta sociedad y lo que domina es la polarización de decisiones hacia la adopción rápida o hacia la no adopción.

La evolución de la red permite precisar que en cuanto a la adopción de las innovaciones no hay una cultura innovadora definida. También, se aprecian los rasgos de la *organización informal* con agentes que tienen los mayores grados de intermediación de la información (*Betweenness*) en las comunidades como los nodos 94, 41, 57, y 62 los cuales se pueden visualizar como *líderes informales* que tienen bastante poder, ya que eventualmente pueden ser *influenciadores* positivos o negativos hacia el proceso de adopción de las innovaciones, como se presenta en la Figura 9. Estos liderazgos no necesariamente corresponden a las personas que ocupan cargos de dirección. Desde la visión de la gerencia compleja se deberían aprovechar sus fortalezas detectadas en el experimento ajustando el esquema organizacional.

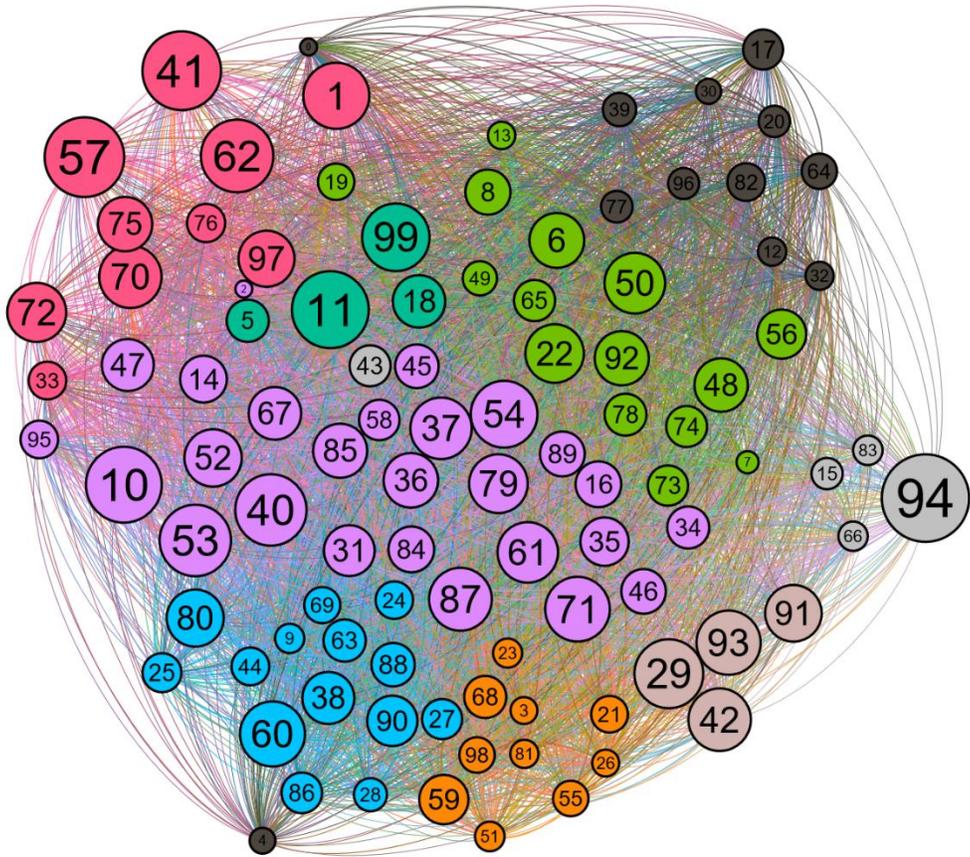


Figura 9 Red Sistema Inicial

Una simulación considerando la influencia de los *mass media* (TV, consultas en internet, propaganda, etc.) ocasiona fluctuaciones, pero finalmente favorece decididamente la conversión hacia innovadores y parece convencer a los rezagados de adoptar así sea con un poco de demora (*Mayoría Tardía*) lo que se presenta en la Figura 10.

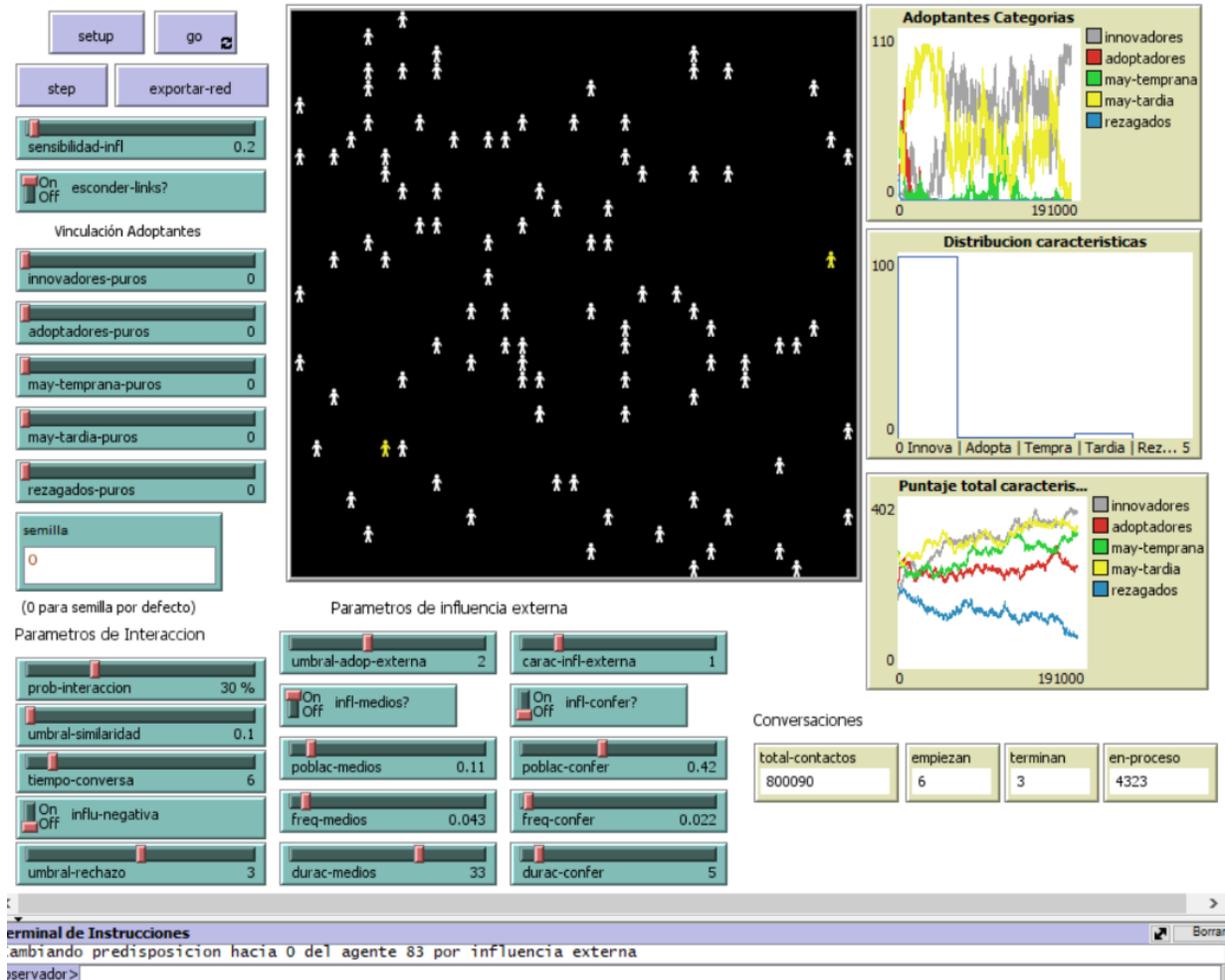


Figura 10 Influencia Mass Media

La red con influencia externa del *mass media* deja percibir una sociedad con tres comunidades, lo que implica que esta influencia ejerce impacto en los acuerdos entre los integrantes de la sociedad bajo estudio al lograr pasar de 7 comunidades a solo 3, como se evidencia en la Figura 11. Esta influencia se aprecia como benéfica para el proceso de adopción de las innovaciones.

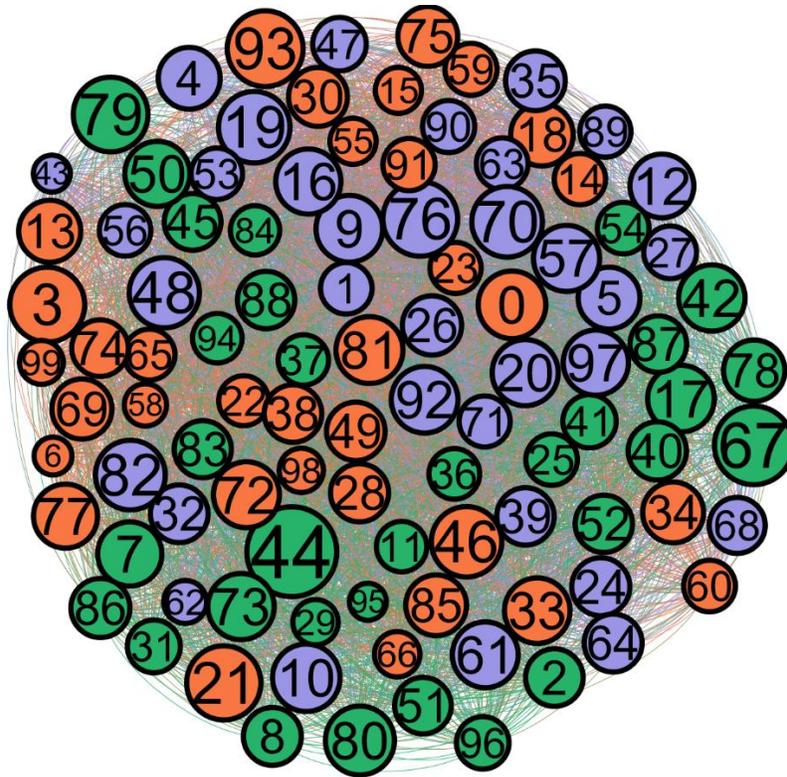


Figura 11 Red Influencia Mass Media

Se aprecia que el liderazgo informal cambia y ahora son los agentes 44, 67, 79, y 79 quienes ostentan los mayores valores de la centralidad de la información o Betweenness.

Cuando se incluyen actividades de formación como conferencias, seminarios, entrenamiento, asistencia a congresos, etc., se logra un impacto indudable en favor de la adopción rápida de las innovaciones y la reticencia de los rezagados es vencida, como se evidencia en la Figura 12. La población de agentes se mueve hacia el grupo de los innovadores. Al igual que la influencia del mass media, estas acciones resultan positivas para el proceso de adopción de las innovaciones.

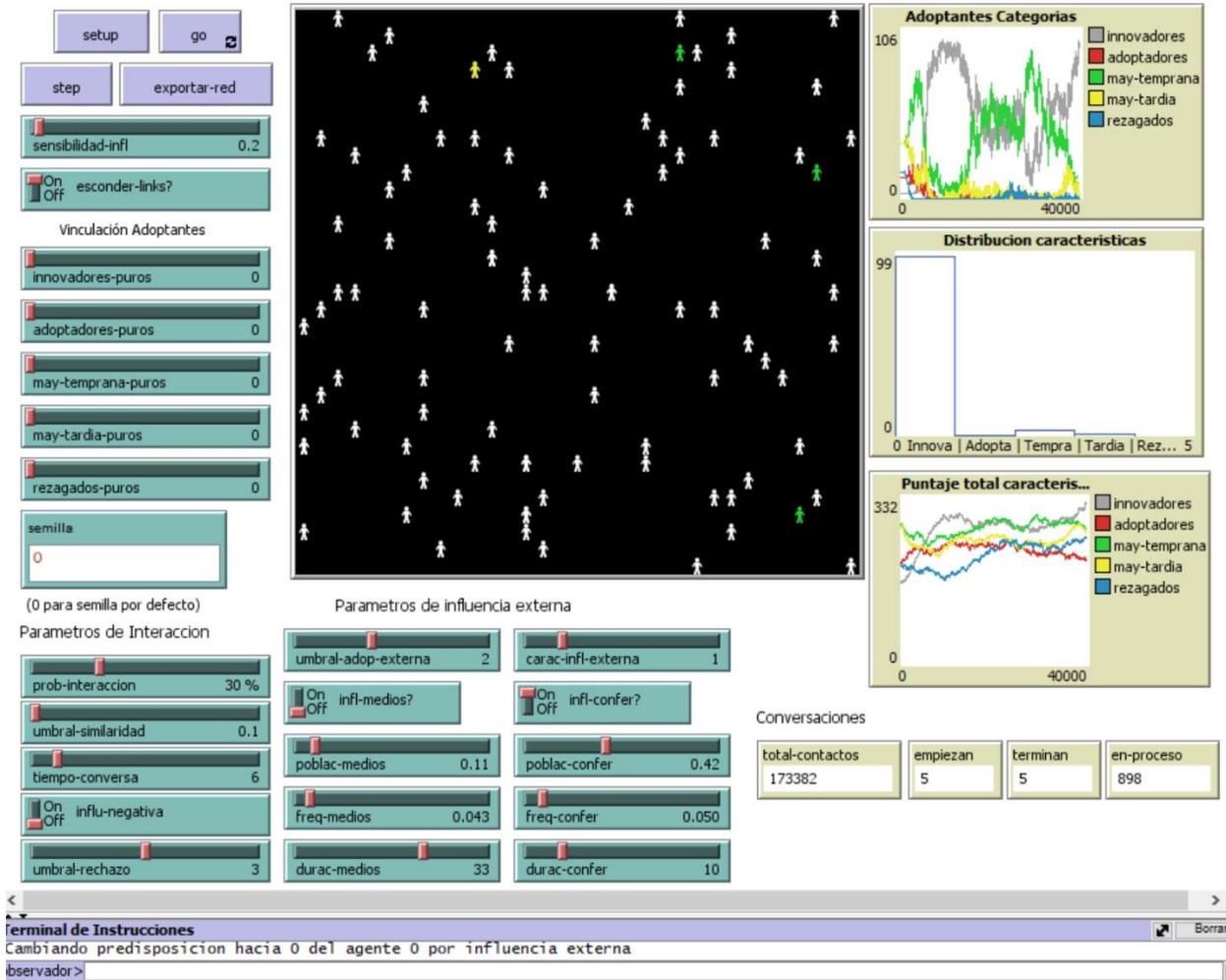


Figura 12 Influencia Interna

Para la influencia interna los efectos también disminuyen de siete a cuatro las comunidades haciendo más compacta la cultura innovadora. El liderazgo informal también se cambia y ahora los mayores valores de Betweenness se encuentran en los agentes 31 y 21 en la comunidad verde, 72 y 43 en la comunidad fucsia, 85 y 57 en la comunidad azul y, 53 y 44 en la comunidad naranja, como se presenta en la Figura 13.

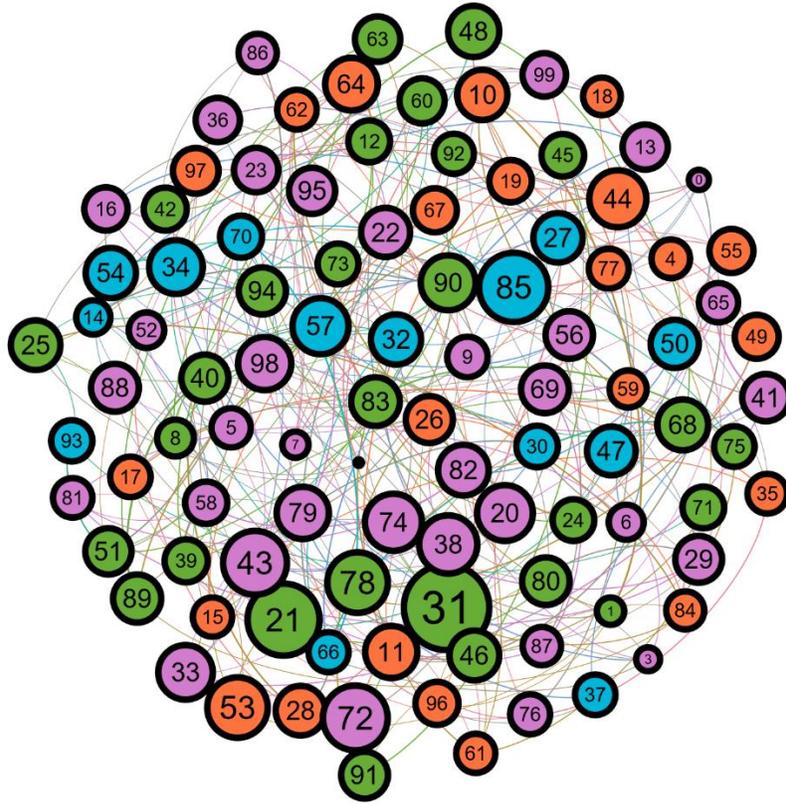


Figura 13 Red Influencia Interna

En las organizaciones es posible la emergencia de *influencia repulsiva* generada por individuos que están contra de las innovaciones o que tiene una imagen deteriorada de su comportamiento entre los compañeros. En la Figura 14 se pueden observar los efectos de esta percepción.

Los efectos de esta distorsión se manifiestan en un estado de indecisión de los adoptantes para aceptar las innovaciones, lo que hace que se vuelvan indecisos, más desconfiados y cautelosos moviéndose hacia el grupo de mayoría tardía lo que retrasa la aplicación de nuevas tecnologías en su trabajo.

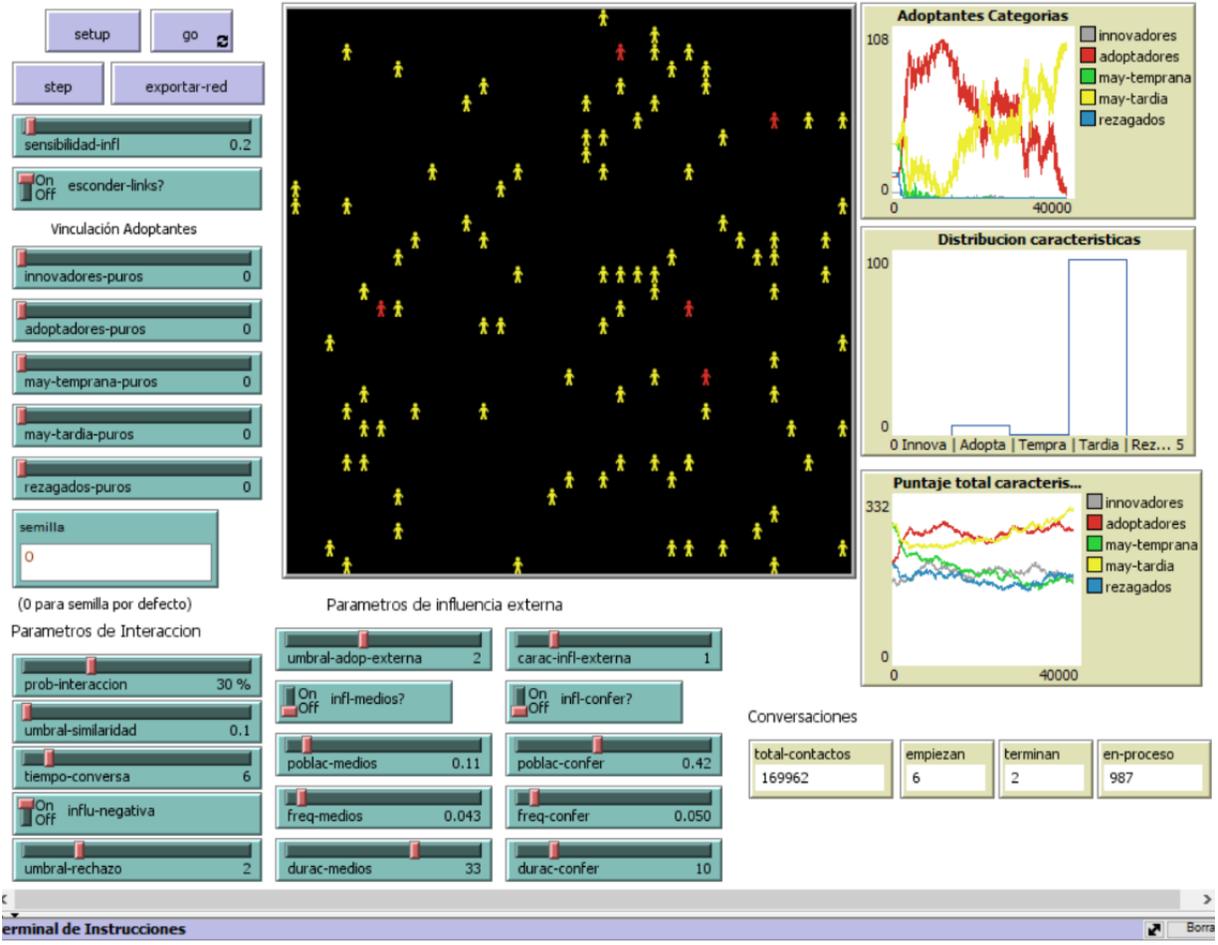


Figura 14 *Influencia Repulsiva*

La red con influencia repulsiva se muestra en la Figura 15. Se definen tres comunidades, lo cual a primera vista la sensación de un resultado contraintuitivo dada la capacidad del influenciador repulsivo. Este fenómeno puede explicar la emergencia de una mayor coherencia del grupo de agentes al percibir como amenaza la actividad de los individuos con postura negativa. Han cambiado los liderazgos informales, también.

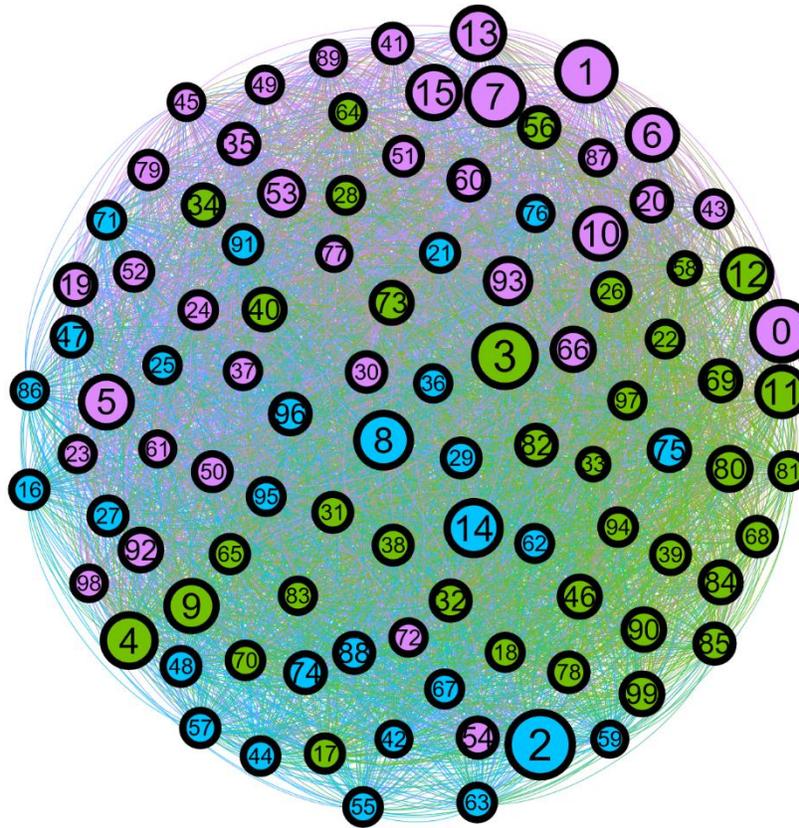


Figura 15 Red Influencia Repulsiva

Otra acción que puede intentarse en la idea de promover la adopción más rápida de las innovaciones puede ser la vinculación de personas con características definidas de innovadores natos, por ejemplo. Realizando múltiples simulaciones se puede establecer que existe un valor crítico para que esto suceda, debajo del cual el efecto de los nuevos innovadores produce movimientos hacia una adopción más rápida, pero no necesariamente hacia el grupo de innovadores. La Figura 16 presenta la evolución del sistema en este caso de valor crítico. Relativamente rápido los individuos se trasladan de sus características iniciales al grupo de innovadores dejando atrás la indecisión y desconfianza presentes en las otras categorías.

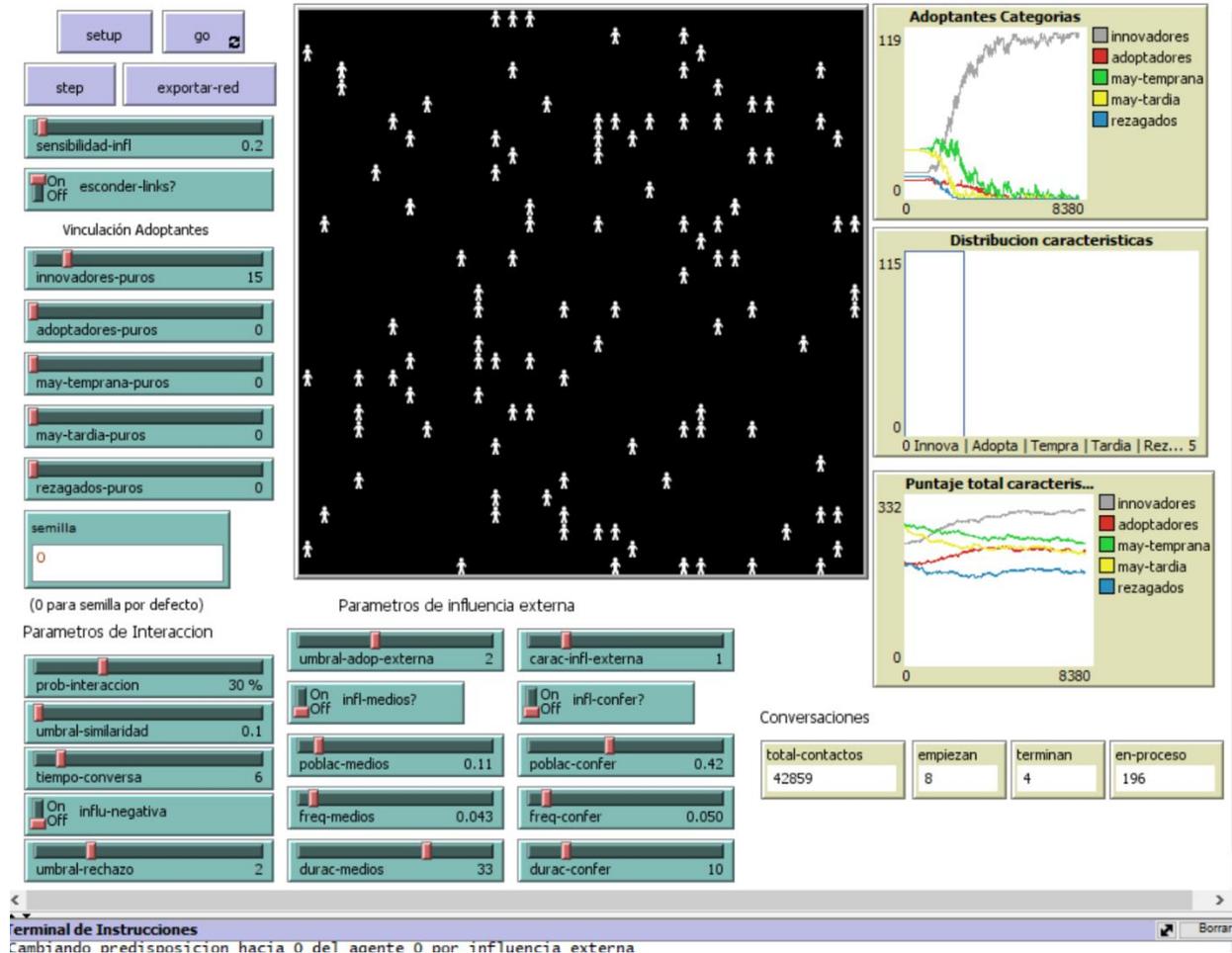


Figura 16 Nuevo Personal

La red compleja para estos parámetros muestra que, al incorporar 15 nuevos innovadores al grupo, lo que puede resultar muy oneroso en condiciones reales, son ellos los que asumen el liderazgo en igual proporción influenciando fuertemente a todo el conglomerado gracias a que logran interactuar con todos los integrantes del grupo. Sin embargo, se generan ahora seis comunidades lo que se percibe como una mayor diversidad de opinión, pero que es posible canalizar por medio de la actividad de los recién vinculados al grupo (Figura 17).

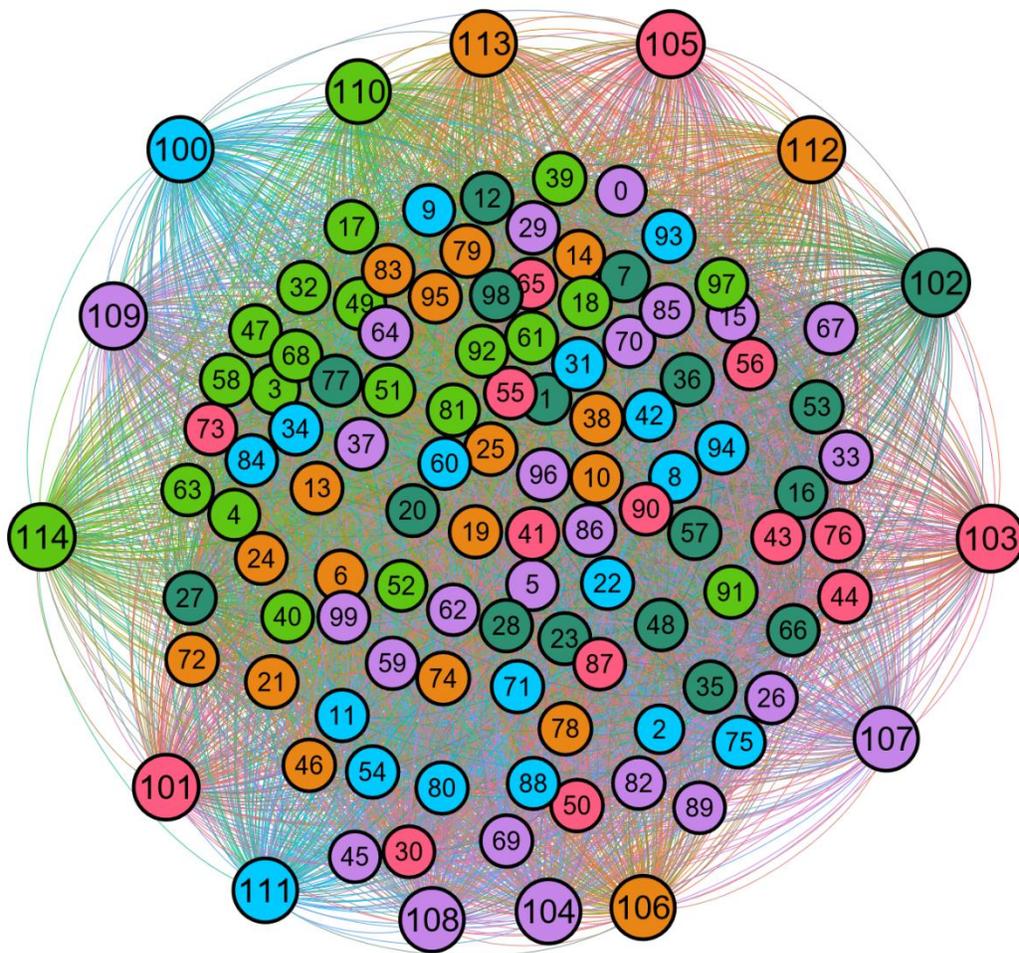


Figura 17 Red Nuevo Personal

Las posibilidades de experimentación con este laboratorio *in silico* son de una gama amplia, considerando las múltiples opciones de combinación de las variables involucradas y la variación de los valores de los parámetros de cada una. Las simulaciones presentadas aquí corresponden a una pequeña parte de las opciones disponibles, a modo de ejemplos.

Capítulo 5 Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Se ha cumplido con el objetivo de formulación, modelamiento y simulación de un modelo generativo ABMS de la difusión/adopción en la cultura innovadora de una entidad prestadora de servicios de salud basado en sistemas multiagente que permite examinar los fenómenos críticos emergentes de las interacciones entre los agentes autónomos de la sociedad artificial que simula al conglomerado bajo estudio.

El modelo desempeña la función de un laboratorio virtual *in silico* (hecho por computadora o vía simulación computacional) apropiado para el trabajo con agentes computacionales que resulta apropiado para la realización de experimentos sobre la difusión/adopción de la innovación en una unidad de una entidad prestadora de servicios de salud. Estos laboratorios permiten la participación en red de muchos voluntarios y la manipulación de diferentes estructuras y variables a costos bajos y libre de problemas éticos ya que se evitan los experimentos e intervenciones *in-vivo*. Se realizan experimentos mentales (thought experiments) que ayudan a la toma de mejores decisiones sobre el contexto real, al entender los fenómenos y su evolución ante diferentes condiciones simuladas (Axelrod, 2005).

En los escenarios de la salud es deseable contar con dispositivos como el laboratorio ABMS para visualizar anticipadamente las posibles consecuencias de las acciones reales. Se pueden tener más elementos para las discusiones y pueden emerger aspectos inesperados de los fenómenos (Quesada & Canessa, 2010).

El modelo es apropiado para evaluar los impactos sobre la cultura innovadora que se producen como respuesta a los cambios en las variables consideradas inicialmente y representan entornos posibles en el mundo real. La versatilidad del modelo permite modificar los rangos de las variables actuales, modificar el número y tipo de agentes que pueden añadirse al grupo y visualizar los efectos de estos ajustes. También es posible incrementar el número de variables a ser involucradas y sus rangos de variación, las reglas de decisión y de influencia, y las condiciones del entorno con ajustes sencillos a la programación.

Se pueden evaluar los efectos resultantes de influencias externas como la que se da por medios de comunicación masiva (periódicos, cine, televisión, internet, campañas de distribuidores de equipos) y la que proviene de conferencias, material y entrenamiento proporcionado por los proveedores de tecnología. El sentido de la influencia puede especificarse en magnitud a través del signo y de umbrales de decisión hasta considerar la influencia repulsiva para las diferentes categorías de adoptantes y para la influencia del *mass media*.

Al realizar las diferentes simulaciones pueden observarse comportamientos contraintuitivos, por ejemplo, cuando se incorporan individuos adicionales con una característica determinada y se espera que dominen los patrones de conformación de la sociedad, pero finalmente son

superados evidenciando el fenómeno de la auto-organización y la condición de sistema complejo adaptativo de la sociedad humana modelada.

Aunque los resultados de esta investigación corresponden a un estudio de caso y por tanto no pueden generalizarse, la metodología implementada si es aplicable a múltiples aplicaciones y problemas complejos del mundo contemporáneo. De todas maneras, este estudio es pionero en el país y en el sector de la salud, posibilita alternativa para futuros trabajos impulsando la apropiación avances en otras ciencias como la complejidad y sus teorías asociadas.

Para la aplicación a la administración experimental de la cultura innovadora se ha implementado un laboratorio *in silico*. Se realizan múltiples corridas de simulación en diversos escenarios modificando los parámetros de las variables de interés y seleccionando los que resultan interesantes para los objetivos de esta investigación tanto en la evolución de las redes como en el modelo multiagente.

Con los modelos elaborados se pueden ejecutar múltiples experimentos que pueden modificarse de múltiples formas, adoptando nuevas variables o conceptos en razón a los propósitos de investigación. Ahora se puede experimentar con *mundos posibles* o *hasta imposibles*. El espacio de posibilidades es amplio y se puede continuar explorando sin inconvenientes.

El código de los programas para Gephi y Netlogo no se incluye en el texto de este documento. Están disponibles para las personas interesadas escribiendo al correo del autor: rodrigomartinezdiaz@gmail.com o

rodrigo.martinez.diaz@correounivalle.edu.co

Recomendaciones

Teniendo en cuenta que los problemas que se evidencian en el mundo del Siglo XXI son de naturaleza compleja, es ineludible su tratamiento a través de ciencias de frontera entre las que se incluyen los sistemas complejos. Es necesario actualizar y ajustar los currículos y la práctica docente en las ciencias sociales acogiendo a esta alternativa.

La integración de conocimientos de varias disciplinas es un factor *sine qua non* para lograr entender y explicar las dinámicas no lineales, turbulentas e impredecibles de los fenómenos mencionados. Para avanzar en este propósito se requiere iniciar la educación de los maestros en un enfoque transdisciplinar, como el camino adecuado.

Los pensum académicos a nivel de pregrado y posgrado, como una acción inicial, deben incluir temáticas que aporten a la comprensión del mundo como realmente es, con sus contradicciones y emergencias lo que permitirá examinar sus problemáticas a la luz de criterios más apropiados que las técnicas clásicas de estudio.

Los contenidos deben involucrar principios de la complejidad, teorías del caos, geometría fractal, lógicas no clásicas, introducción a la programación en agentes, análisis de redes complejas, entre otros. La idea consiste en posibilitar el estudio sistemático y explícito de las dinámicas temporales que emergen en los procesos sociales y el examen de la evolución de los patrones de comportamiento social.

REFERENCIAS

- Abridah, A. I. A. (2012). *The Influence of National and Organisational Culture on Creativity in Libyan Work Environments* [University of Huddersfield]. <http://eprints.hud.ac.uk/17513/>
- Ackoff, R. L. (2004). *Planificación de la Empresa del Futuro* (1a ed.). Limusa/Noriega.
- AECA. (1995). *Innovación en la empresa: Factor de supervivencia* (2a ed.). Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas. <https://www.aeca.es/old/pub/documentos/po7.htm>
- Ahmed, P. K. (1998). Culture and climate for innovation. *European Journal of Innovation Management*, 1(1), 30–43. <https://doi.org/10.1108/14601069810199131>
- Ahmed, P. K., Sheperd, C. D., Ramos Garza, L., & Ramos Garza, C. (2012). *Administración de la Innovación* (Guillermo Domínguez Chávez (ed.); 1a ed.). Pearson Education. <http://redaedem.org/articulos/iedee/v15/152093.pdf>
- Ahmed, P., Shepherd, C. D., Ramos Garza, L., & Ramos Garza, C. (2012). *Administracion de la Innovacion* (1a ed.). Pearson Education. https://www.academia.edu/36127513/Administracion_de_la_Innovacion_K._Ahmed
- Allaire, Y., & Firsirotu, M. E. (1984). Theories of Organizational Culture. *Organization Studies*, 5(3), 193–226. <https://doi.org/10.1177/017084068400500301>
- Anderson, P. W. (1972). More Is Different. *Science*, 177(4047), 393–396. http://www.jstor.org/stable/1734697?seq=1#page_scan_tab_contents
- Anderson, R., Crabtree, B. F., Steele, D. J., & McDaniel Jr., R. R. (2005). Case Study Research: The View From Complexity Science. *Qual Health Res*, 15(5), 669–685. <https://doi.org/10.1177/1049732305275208>
- Andrei, A. L. (2014). Adaptation of Foodways and Indicators of Malnutrition: Philippines as a Case Study. In P. A. Youngman & M. Hadzikadic (Eds.), *Complexity and the Human Experience: Modeling Complexity in the Humanities and Social Sciences* (1a ed., pp. 221–240). Pan Stanford Publishing_CRC Press.
- Axelrod, R. (2005). Advancing the Art of Simulation in the Social Sciences. *Handbook of Research on Nature Inspired Computing for Economy and Management*, 13. <http://www-personal.umich.edu/~axe/research/AdvancingArtofSim.pdf>
- Baldwin, J. R. (1995). Innovation: The Key to Success in Small Firms. In *Statistics Canada - Microeconomic Analysis Division*. <https://doi.org/10.2139>
- Bar-Yam, Y. (1997). *Dynamics of Complex Systems* (1a ed.). West View Press. Perseus Book Group.
- Barabási, A.-L. (2007). The Architecture of Complexity. From Network Structure to Human Dynamics. *IEEE Control Systems Magazine*, 33–42. <http://barabasi.com/f/226.pdf>
- Barabási, A.-L. (2014). *Network Science. Graph Theory*. Creative Commons: CC BY-NC-SA 2.0. <http://barabasi.com/f/625.pdf>
- Barabasi, A. L., & Bonabeau, E. (2003). Scale Free Networks. *Scientific American*, 50–59. <http://barabasi.com/f/124.pdf>
- Baregheh, A., Rowley, J., & Sambrook, S. (2009). Towards a multidisciplinary definition of innovation. *Management Decision*, 47(8), 1323–1339. <https://doi.org/10.1108/00251740910984578>
- Barney, J. B. (1986). Organizational Culture: Can It Be a Source of Sustained Competitive Advantage? *The Academy of Management Review*, 11(3), 656–665. https://www.jstor.org/stable/258317?seq=1#page_scan_tab_contents

- Barsh, J., Capozzi, M. M., & Davidson, J. (2008). Leadership and innovation. *The McKinsey Quarterly*, 1, 37–47.
<https://www.immagic.com/eLibrary/ARCHIVES/GENERAL/MCKNSYUS/M080104B.pdf>
- Begun, J. W., Zimmerman, B., & Dooley, K. (2003). Health Care Organizations as Complex Adaptive Systems. In S. M. M. and M. Wyttenbach (Ed.), *Advances in Health Care Organization Theory* (1a ed., pp. 253–288). Jossey-Bass.
https://www.researchgate.net/publication/228384399_Health_care_organizations_as_complex_adaptive_systems
- Bento, F. C. (2013). *Organizational Complexity: Leadership and Change in Research-Intensive Academic Departments* [Norwegian University of Science and Technology].
<https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/270303>
- Bernal Giraldo, D. A., Torres Garzón, L. A., & Noriega Serrano, P. A. (2011). *Caracterización de la cultura organizacional de la universidad de San Buenaventura Bogotá* [Universidad de San Buenaventura Sede Bogotá].
http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/721/1/Caracterización_cultura_organizacional_Bernal_2011.pdf
- Bertalanffy, L. von. (1993). *Teoría General de los Sistemas* (4a ed.). Fondo de Cultura Económica.
- Bertoglio, O. J. (1993). *Introducción a la Teoría General de Sistemas* (1a ed.). EDITORIAL LIMUSA, S.A. de C.V.
https://www.academia.edu/8345344/1._Introduccion_a_la_Teoria_General_de_Sistemas_-_Oscar_Johansen
- Bertuglia, C. S., & Vaio, F. (2005). *Non Linearity, Chaos, & Complexity* (1a ed.). Oxford University Press. <https://www.researchgate.net/file.PostFileLoader.html?id...assetKey...>
- Bianchi, F., & Squazzoni, F. (2019). Modelling and Social Science. Problems and Promises. In E. A. Moallemi & F. J. de Haan (Eds.), *Modelling Transitions: Virtues, Vices, Visions of the Future* (1a ed., pp. 60–73). Routledge.
- Blayse, A. M., & Manley, K. (2004). Key influences on construction innovation. *Construction Innovation*, 4(3), 143–154.
https://www.researchgate.net/publication/261848781_Key_influences_on_construction_innovation
- Boccaro, N. (2010). *Modeling Complex Systems* (2a ed.). Springer Science+Business Media.
- Bohórquez Arévalo, L. E. (2013). La Organización Empresarial Como Sistema Adaptativo Complejo. *Estudios Gerenciales*, 29(127), 258–265.
https://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/estudios_gerenciales/rt/printerFriendly/1648/HTML
- Bohórquez Arévalo, L. E., & Espinosa, A. (2015). Theoretical Approaches to Managing Complexity in Organizations: A Comparative Analysis. *Estudios Gerenciales*, 31, 20–29.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.estger.2014.10.001>
- Bolívar Yepes, L. D. (2011). Políticas universitarias y el nuevo rol de la universidad para afrontar el reto de la innovación. In J. H. R. Zea Restrepo (Ed.), *Los retos de la innovación para la universidad pública colombiana- Universidad de Antioquia* (1a ed., p. 98). Universidad de Antioquia. <https://es.scribd.com/document/104338501/Los-retos-de-la-innovacion-para-la-universidad-colombiana>
- Borracci, R. A., & Giorgib, M. A. (2018). Agent-based computational models to explore diffusion of medical innovations among cardiologists. *International Journal of Medical Informatics*, 112, 158–165. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2018.02.008>

- Bratman, M. E. (1999). *Intentions, Plans and Practical Reason* (1a ed.). Harvard University Press.
- Braun, E. (2003). *Caos, Fractales y Cosas Raras* (3a ed.). Fondo de Cultura Económica.
- Bruno, L. F. C. (2011). The Impact of Organizational Culture on Innovation Management. *E-Leader Croatia*, 1–41.
<https://pdfs.semanticscholar.org/bc76/6e01a1cf729f75caa3682129ae5cfdfab2e8.pdf>
- Büschgens, T., Bausch, A., & Balkin, D. B. (2013). Organizational Culture and Innovation: A Meta-Analytic Review. *J PROD INNOV MANAG*, 30(4), 763–781. <https://doi.org/10.1111/jpim.12021>
- Byrne, D., & Ragin, C. C. (2009). *Case-Based Methods* (D. Byrne & C. C. Ragin (eds.); 1a ed.). SAGE Publications Ltd.
- Cabrera, A., Cabrera, E. F., & Barajas, S. (1999). Organizational Culture as a Determinant of Technology Assimilation. In *Business Economics Series 12*. <http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/6512/wb994612.PDF?sequence=1&isAllowed=y>
- Camisón, C., & Villar-López, A. (2014). Organizational Innovation as an Enabler of Technological Innovation Capabilities and Firm Performance. *Journal of Business Research*, 67, 2891–2902. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.jbusres.2012.06.004>
- Campos, V. S. (2004). *Teorías Organizacionales Postmodernas y la Gestacion del Sujeto Postmoderno* [Universidad Autónoma de Barcelona]. <https://www.psiucv.cl/wp-content/uploads/2012/11/vsc1de11.pdf>
- Capra, F. (2010). *La Trama de la Vida* (2a ed.). Editorial Anagrama, S.A.
- Cardona, Á. (2009). Ronda de Medellín: por la reforma del sistema de salud Colombiano. *Revista de La Facultad de Salud Pública*, 27(3), 1. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v27n3/v27n3a01.pdf>
- Castellani, B., & Rajaram, R. (2012). Case-based modeling and the SACS Toolkit: a mathematical outline. *Computational and Mathematical Organization Theory*, 18(2), 153–174. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10588-012-9114-1>
- Chan, S. (2001). Complex Adaptive Systems. *Research Seminar in Engineering Systems*, 9. <http://web.mit.edu/esd.83/www/notebook/Complex Adaptive Systems.pdf>
- Chattoe-Brown, E. (2014). Using Agent Based Modelling to Integrate Data on Attitude Change. *Sociological Research Online*, 19(1), 1–16. <https://doi.org/10.5153>
- Chiva-Gomez, R. (2004). Repercussions of complex adaptive systems on product design management. *Technovation*, 24(9), 707–711. [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(02\)00155-4](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(02)00155-4)
- Choudhry, R. M., Fang, D., & Mohamed, S. (2007). The Nature of Safety Culture: A survey of the state-of-the-art. *Safety Science*, 45, 993–1012. https://www.researchgate.net/publication/223344133_The_nature_of_safety_culture_A_survey_of_the_state-of-the-art
- Clark, G. (2002). Organisational Culture and Safety: An Interdependent Relationship. *Australian Health Review*, 25(6), 208–216. <http://www.publish.csiro.au/ah/pdf/AH020181>
- Coklar, A. N. (2012). Individual Innovativeness Levels of Educational Administrators. *Digital Education Review*, 22, 100–110. <https://core.ac.uk/download/pdf/39131157.pdf>
- CONPES. (2009). Documento Conpes 3579. *MInTic, Colombia*, (Consejo Nacional de Política Económica y Social Republica de. http://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-3505_documento.pdf
- Cordón García, O. (2013). *Redes y Sistemas Complejos* (1a ed.). Universidad de Granada. <http://sci2s.ugr.es/graduateCourses/RedesSistemasComplejos>
- Creswell, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (3a

ed.). Sage Publications, Inc.

- D. W. De Long, & Liam Fahey. (2000). Diagnosing Cultural Barriers to Knowledge Management. *Academy of Management Executive*, 14(4), 113–127.
https://www.researchgate.net/publication/230557514_Diagnosing_Cultural_Barriers_to_Knowledge_Management
- Damanpour, F. (1991). Organizational Innovation: A Meta-Analysis of Effects of Determinants and Moderators. *The Academy of Management Journal*, 34(3), 555–590.
<https://doi.org/10.2307/256406>
- Damanpour, F. (1992). Organizational Size and Innovation. *Organization Studies*, 13(3), 375–402.
<https://doi.org/10.1177/017084069201300304>
- Damanpour, F., & Aravind, D. (2006). Product and Process Innovations: A Review of Organizational and Environmental Determinants. In J. Hage & M. Meeus (Eds.), *Innovation, Science, and Institutional Change* (1a ed., pp. 38–66). Oxford University Press.
- Damanpour, F., & Wischnevsky, J. D. (2006). Research on innovation in organizations: Distinguishing innovation-generating from innovation-adopting organizations. *J. Eng. Technol. Manage*, 23, 269–291. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0923474806000403>
- Dauber, D., Fink, G., & Yolles, M. (2010). A Generic Theory of Organizational Culture. *SMA_2010_Proceedings*, 7.
https://www.researchgate.net/publication/228215572_A_Generic_Theory_of_Organizational_Culture
- Davis, J. P., Eisenhardt, K. M., & Bingham, C. B. (2007). *Complexity Theory, Market Dynamism, and the Strategy of Simple Rules*. 1–66.
https://www.researchgate.net/publication/251714694_Complexity_Theory_Market_Dynamism_and_the_Strategy_of_Simple_Rules
- de Marchi, S. de. (2005). *Computational and Mathematical Modeling in the Social Sciences* (1a ed.). Cambridge University Press. <https://www.cambridge.org/core/books/computational-and-mathematical-modeling-in-the-social-sciences/019FFD2E12B597720DE53E882787FD96>
- Deffuant, G., Huet, S., & Amblard, F. (2005). An individual-based model of innovation diffusion mixing social influence and rational anticipation. *American Journal of Sociology*, 110, 1041–1069. https://www.researchgate.net/publication/228579047_An_individual-based_model_of_innovation_diffusion_mixing_social_influence_and_rational_anticipation/link/0912f50be11b821f58000000/download
- Demircioglu, M. A. (2016). Organizational Innovation. In A. Farazmand (Ed.), *Global Encyclopedia of Public Administration, Public Policy, and Governance* (1a ed., pp. 4356–4360). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31816-5_3017-1
- Devaney, R. L. (2003). *An Introduction to Chaotic Dynamical Systems* (2a ed.). West View Press. Perseus Book Group.
- Dobni, C. B. (2008). Measuring innovation culture in organizations. *European Journal of Innovation Management*, 11(4), 539–559. www.emeraldinsight.com/1460-1060.htm
- Dooley, K. (1996). A Nominal Definition of Complex Adaptive Systems. *The Chaos Network*, 8(1), 2–3.
https://www.researchgate.net/publication/244963240_A_nominal_definition_of_complex_adaptive_systems
- Drucker, P. (1993). *Innovation and Entrepreneurship* (2a ed.). HarperCollins Publishers Inc.
http://www.untag-smd.ac.id/files/Perpustakaan_Digital_1/ENTREPRENEURSHIP_Innovation

and entrepreneurship.PDF

- Düring, M. (2014). The Potential of Agent-Based Modelling for Historical Research. In P. Youngman & M. Hadzikadic (Eds.), *Complexity and the Human Experience: Modeling Complexity in the Humanities and Social Sciences* (1a ed., pp. 121–137). Pan Stanford Publishing Pte. Ltd.
- Easley, D., & Kleinberg, J. (2010). *Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World* (1a ed.). Cambridge University Press.
<https://www.cs.cornell.edu/home/kleinber/networks-book/networks-book.pdf>
- El Harbi, S., Anderson, A. R., & Amamou, M. (2014). Innovation culture in small Tunisian ICT firms. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 21(1), 132–151.
<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JSBED-06-2013-0086/full/html>
- Elizalde Prada, Ó. (2011). Aproximación a las ciencias de la complejidad. *Revista Universidad De La Salle*, 61, 45–66. <https://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ls/article/download/2438/2155/>
- Ellis, B., & Herber, S. I. (2011). Complex Adaptive Systems (CAS): An Overview of Key Elements, Characteristics and Application to Management Theory. *Informatics in Primary Care*, 19(1), 33–37. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14236/jhi.v19i1.791>
- Elmqvist, M., Fredberg, T., & Ollila, S. (2009). Exploring the field of open innovation. *European Journal of Innovation Management*, 12(3), 326–345. <https://doi.org/10.1108/14601060910974219>
- Epstein, J. M. (1999). Agent-based Computational Models and Generative Social Science., *Complexity*, 4, 41–60. <http://vermontcomplexsystems.org/share/papershredder/epstein-complexity-1999.pdf>
- Epstein, J. M., & Axtell, R. (1996). *Growing Artificial Societies. Social Science from Bottom-Up* (1a ed.). Cambridge: MIT Pres.
- Erdi, P. (2010). *Complexity Explained* (1a ed.). Springer-Verlag.
- Espinoza, M. (1995). René Thom: De la Teoría de las Catástrofes a la Metafísica. *La Filosofía de Los Científicos*, 321–348. http://institucional.us.es/revistas/themata/14/14_Espinoza.pdf
- Ezziane, Z. (2012). Pathways and complexity of innovation in health care. *RISAI*, 3(1), 1–11.
<https://www.researchgate.net/publication/254555191>
- Fabila Echaury, A. M., Minami, H., & Izquierdo Sandoval, M. J. (2013). La escala de Likert en la evaluación docente: acercamiento a sus características y principios metodológicos. *Perspectivas Docentes TEXTOS Y CONTEXTOS*, 50, 31–40.
https://www.google.com/search?q=justificar+uso+escala+likert&rlz=1C1CHWL_esCO873CO873&oq=justificar+uso+escala+likert&aqs=chrome..69i57.16612j0j1&sourceid=chrome&ie=UTF-8
- Ferlie, E., Fitzgerald, L., Wood, M., & Hawkins, C. (2005). The Nonspread of Innovations: The Mediating Role of Professionals. *Academy of Management Journal*, 48(1), 117–134.
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.626.6766&rep=rep1&type=pdf>
- Fitjar, R. D., Gjelsvik, M., & Rodríguez-Pose, A. (2013). The combined impact of managerial and relational capabilities on innovation in firms. *Entrepreneurship & Regional Development*, 25(5–6), 500–520. <https://doi.org/10.1080/08985626.2013.798353>
- Fonseca, J. (2002). *Complexity and Innovation in Organizations* (1a ed.). Routledge.
- Fontana, W., & Ballati, S. (1999). Why the Sudden Fuss? *Complexity*, 4(3), 14–16.
- Foster, L. A. (2015). How does Complex Adaptive System theory inform Innovation in Complex Project Based Organisations? *The ISPIM Innovation Summit – Changing the Innovation Landscape*, 1–9. <https://eprints.qut.edu.au/91962/>
- Fromm, J. (2004). *The Emergence of Complexity* (1a ed.). Kassel University Press. <http://www.uni-kassel.de/upress/online/frei/978-3-89958-069-3.volltext.frei.pdf>

- Fryer, P. (2001). *What are Complex Adaptive Systems?. A brief description of Complex Adaptive Systems and Complexity Theory*. [Http://Www.Trojanmice.Com/](http://Www.Trojanmice.Com/).
<http://www.trojanmice.com/articles/complexadaptivesystems.htm>
- Gabora, L. (2001). *Cognitive Mechanism Underlying the Origin and Evolution of Culture* [Free University]. http://www.vub.ac.be/CLEA/liane/thesis_gabora.pdf
- García-Valdecasas, J. I. (2014). Explicacion, mecanismo y simulacion: otra manera de hacer sociologia. *EMPIRIA*, 28, 33–58. <https://doi.org/10.5944/empiria.28.12120>
- García, R. (2006). *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria* (1a ed.). Gedisa, España.
- Garud, R., Gehman, J., & Kumaraswamy, A. (2011). Complexity Arrangements for Sustained Innovation: Lessons from 3M Corporation. *Organization Studies*, 32, 737–767.
<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0170840611410810?journalCode=ossa>
- Garud, R., Tuertscher, P., & Van de Ven, A. H. (2013). PERSPECTIVES ON INNOVATION PROCESSES. *The Academy of Management Annals*, 7(1), 775–819.
<https://doi.org/10.1080/19416520.2013.791066>
- Gell-Mann, M. (2007). *El Quark y el Jaguar: Aventuras de lo Simple y lo Complejo* (T. Editores (ed.); 6a ed.).
- Georgievski, D. (2016). *AN INNOVATIVE ORGANIZATIONAL CULTURE: An Analysis of Employees' Perceptions* [UNIVERSITY OF LJUBLJANA]. <http://www.cek.ef.uni-lj.si/magister/georgievski2157-B.pdf>
- Gleik, J. (1987). *Chaos: Making a New Science* (1a ed.). Viking Penguin.
- Gold, A. (2001). Knowledge management: An organizational capabilities perspective. *Journal of Management* <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1289679.1289687>
- Goldsmith, R. E., & Foxall, G. R. (2003). The Measurement of Innovativeness. In L. V. Shavinina (Ed.), *The International Handbook on Innovation* (1st ed., pp. 321–330). Elsevier Science Ltd.
- Goldstein, J. (1999). Emergence as a Construct: History and Issues. In Michael Lissack (Ed.), *Emergence: A Journal of Complexity Issues in Organizations and Management* (1a., pp. 49–72).
<http://www.emergence.org/>
- Goldstone, R. L., & Janssen, M. A. (2005). Computational models of collective behavior. *TRENDS in Cognitive Sciences*, 9(9), 424–430.
https://www.academia.edu/821903/Computational_models_of_collective_behavior
- González, R. A. (2010). Gestión del conocimiento e innovación en Colombia. *Dos*, 56–63.
https://www.researchgate.net/publication/234660612_Gestion_del_conocimiento_e_innovacion_en_Colombia
- Gopalakrishnan, S., & Damanpour, F. (1997). A review of innovation research in economics, sociology and technology management. *Omega, Int. J. Mgmt Sci*, 25(1), 15–28.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305048396000436>
- Granoveter, M. S. (1973). The Stenght of Weak Ties. *American Journal of Sociology*, 78(6), 1360–1380.
https://sociology.stanford.edu/sites/default/files/publications/the_strength_of_weak_ties_and_exch_w-gans.pdf
- Greenberg, M. R. (2006). The Diffusion of Public Health Innovations. *Am.Erican Journal of Public Health*, 96, 209–210. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1470490/pdf/0960209.pdf>
- Greenhalgh, T., Robert, G., & MacFarlane, F. (2004). Diffusion of Innovations in Service Organizations: Systematic Review and Recommendations. *The Milbank Quarterly*, 82(4), 581–

629. <https://doi.org/10.1111/j.0887-378X.2004.00325.x>
- Gul, S., & Khan, S. (2011). Revisiting Project Complexity: Towards a Comprehensive Model of Project Complexity. *2nd International Conference on Construction and Project Management IPEDR*, 15, 148–155. <http://www.ipedr.com/vol15/29-ICCPM2011A00052.pdf>
- Gutiérrez, P. M. (1999). El Sociograma como Instrumento que Desvela la Complejidad. *EMPIRIA. Revista de Metodología de Ciencias Sociales*, 2, 129–151. <http://revistas.uned.es/index.php/empiria/article/view/713/642>
- Hamel, G. (2006). The Why, What and How of Innovation Management. *Harvard Business Review*, 1–18. http://dialogos.com/files/5814/4189/3036/The_Why_What_and_How_of_Mgmt_Innovation-Hamel-HBR.pdf
- Hartmann, A. (2006). The role of organizational culture in motivating innovative behaviour in construction firms. *Construction Innovation*, 6(3), 159–172. <https://doi.org/10.1108/14714170610710712>
- Hatch, J. M. (1997). Organizational Culture. In *Organization Theory. Modern, Symbolic and Postmodern Perspectives* (1a ed., pp. 200–240). Oxford University Press.
- Henard, D. H., & Szymanski, D. M. (2001). Why some new products are more successful than others. *Journal of Marketing Research*, 38(3), 362–375. [https://faculty.fuqua.duke.edu/~moorman/Marketing-Strategy-Seminar-2015/Session 4/Henard and Szymanski.pdf](https://faculty.fuqua.duke.edu/~moorman/Marketing-Strategy-Seminar-2015/Session%204/Henard%20and%20Szymanski.pdf)
- Hernandez, Umaña, I. D. (2008). *EMPRESA, INNOVACION & DESARROLLO* (1a ed.). Universidad Nacional de Colombia. <http://www.cid.unal.edu.co/cidnews/archivos/Libro-Empresa-Innovacion-y-Desarrollo.pdf>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2007). *Metodología de la Investigación* (4a ed.). McGraw Hill Book Company. http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalIG/home_158/recursos/e-books/16062015/metodologia.pdf
- Heunks, F. J. (1998). Innovation, Creativity and Success. *Small Business Economics*, 10, 263–272. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1007968217565>
- Heylighen, F. (2001). The science of self-organization and adaptivity. *The Encyclopedia of Life Support Systems*, 5(3), 253–280. <http://pespmc1.vub.ac.be/Papers/EOLSS-Self-Organiz.pdf>
- Hilmi, M. F., & Ramayah, T. (2008). Market Innovativeness of Malaysian SMEs: Preliminary Results from a First Wave Data Collection. *Asian Social Science*, 4(12), 42–49. <https://doi.org/10.5539/ass.v4n12p42>
- Holland, J. H. (1995). *Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity* (1a ed.). Basic Books.
- Holland, J. H. (1999). *Emergence: From Chaos to Order* (1a ed.). Perseus Book Publishing LLC.
- Holowetzki, A. (2002). *The relationship between knowledge management and organizational culture: An examination of cultural factors that support the flow and management of knowledge within an organization* [University of Oregon]. <https://pdfs.semanticscholar.org/1e0c/3b2e1997bb20c7bd8ad3d11981a8145b4a82.pdf>
- Huang, J.-S. (2007). Diffusion of Pedagogical Innovations in Schools – Research Design Using ABM Method. In T. Hirashima, U. Hoppe, & S. S.-C. Young (Eds.), *Supporting Learning Flow through Integrative Technologies* (1a ed., pp. 661–662). IOS Press.
- Huang, J.-S., & Kapur, M. (2007). Diffusion of Pedagogical Innovations as a Complex Adaptive Process – Agent-Based Modeling as Research Method. In T. Hirashima, U. Hoppe, & S. S.-C. Young (Eds.), *Supporting Learning Flow through Integrative Technologies* (1a ed., pp. 67–74).

- IOS Press. <https://www.iospress.nl/bookserie/frontiers-in-artificial-intelligence-and-applications/>
- Huang, J. (2014). Learning Complex Systems through Cognitive Conflict. *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, 1–8.
https://www.researchgate.net/publication/262839972_Learning_innovation_diffusion_as_Complex_Adaptive_Systems_through_cognitive_conflicts_-_What_constitutes_as_valid_discrepancies
- Hurt, H. T., Joseph, K., & Cook, C. D. (2013). Individual Innovativeness (II). *Measurement Instrument Database for the Social Science.*, 1–3.
https://www.midss.org/sites/default/files/individual_innovativeness.pdf
- Ibáñez, J. (1991). *EL REGRESO DEL SUJETO La investigación social de segundo orden* (1a.). Editorial Amerinda.
https://www.academia.edu/4988619/EL_REGRESO_DEL_SUJETO_La_investigación_social_de_segundo_orden
- Ishimatsu, H., Sugasawa, Y., & Sakurai, K. (2004). UNDERSTANDING INNOVATION AS A COMPLEX ADAPTIVE SYSTEM: CASE STUDIES FROM SHIMADZU AND NEC. *Pacific Economic Review*, 9(4), 371–376. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=639793
- Ivarola, L. (2015). La nueva filosofía mecanicista: sus principales aportes dentro de la filosofía de la ciencia. *Eikasia Revistadefilosofia.Com.*, 201–214. <http://www.revistadefilosofia.org/61-12.pdf>
- Julve J., G., Planagumà L., P., & Trayter J., C. (2009). Innovación como Cambio Institucional: Una Aproximación Desde las Teorías de la Complejidad. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de La Empresa*, 15(2), 93–104. <http://redaadem.org/articulos/iedee/v15/152093.pdf>
- Kaasa, A., & Vadi, M. (2008). How Does Culture Contribute To Innovation? Evidence from European Countries. *SSRN Electronic Journal*, 1–39. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1268359>
- Kalil, H. K. (1996). *Non Linear Systems* (2a ed.). Prentice Hall, Inc.
- Kauffman, S. (1993). *The Origins of Order* (1a ed.). Oxford University Press.
- Kauffman, S. (1995). *At Home in the Universe* (Oxford University (ed.); 1a ed.). Oxford University Press.
- Kauffman, S. (2003). *Investigaciones [Trad.]* (Tusquets Editores S.A. (ed.); 1a ed.).
- Kellert, S. H. (1993). *In The Wake of Chaos* (1a.). The University of Chicago Press.
[https://books.google.com.co/books?id=KtkgeB7XOYwC&pg=PR4&lpg=PR4&dq=Kellert,+Stephen+H.,+In+the+Wake+of+Chaos,+Chicago,+The+University+of+Chicago+Press,+1993,+p.+2.\)&source=bl&ots=ix3rwwgwpO&sig=X_jKfjx5jggRXYYY5s6lj3piqBw&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjcr9LD0OHY](https://books.google.com.co/books?id=KtkgeB7XOYwC&pg=PR4&lpg=PR4&dq=Kellert,+Stephen+H.,+In+the+Wake+of+Chaos,+Chicago,+The+University+of+Chicago+Press,+1993,+p.+2.)&source=bl&ots=ix3rwwgwpO&sig=X_jKfjx5jggRXYYY5s6lj3piqBw&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjcr9LD0OHY)
- Kenny, B., & Reedy, E. (2006). The Impact of Organisational Culture Factors on Innovation Levels in SMEs: An Empirical Investigation. *Irish Journal of Management*, 27(2), 119 – 142.
https://www.researchgate.net/publication/265049086_Kenny_B_and_E_Reedy_2006_The_Impact_of_Organisational_Culture_Factors_on_Innovation_Levels_in_SMEs_An_Empirical_Investigation_on_Irish_Journal_of_Management_Blackhall_Publishers_Ireland_Vol_27_No2_119_-_
- Kim, J. (2014). El fisicalismo no reduccionista y su problema con la causalidad mental. *Ideas y Valores*, 63(155), 235–259. <http://www.redalyc.org/pdf/809/80931523011.pdf>
- Kirschbaum, R. (2005). Open Innovation In Practice. *Research Technology Management*, 44(4), 24–28.
<https://doi.org/10.1080/08956308.2005.11657321>
- Larisch, L.-M., Amer-Wählin, I., & Hedefjäll, P. (2016). Understanding healthcare innovation systems: the Stockholm region case. *Journal of Health Organization and Management*, 30(8), 1221–1241.
<https://doi.org/10.1108/JHOM-04-2016-0061>
- Laszlo, E. (2002). *The System View of The World: A Holistic Vision for Our Time* (Alfonso Montuori

- (ed.); 4a.). Hampton Press Inc.
- Lehoux, P., Williams-Jones, B., Miller, F., Urbach, D., & Tailliez, S. (2008). What leads to better health care innovation? Arguments for an integrated policy-oriented research agenda. *Journal of Health Services Research & Policy*, 13(4), 251–254. <https://doi.org/10.1258/jhsrp.2008.007173>
- Lewin, R. (1999). *Complexity: Life at the Edge of Chaos* (The University of Chicago (ed.); 2a ed.). Macmillan.
- Lewin, R., & Regine, B. (2002). Complexity in Human Terms. In M. R. Lissack (Ed.), *The interaction of Complexity and Management* (1a ed., pp. 21–42). Quorum Books.
- Lincoln, J. R., & Guillot, D. (2004). *Durkheim and Organizational Culture* (No. 108–04; Vol. 108, Issue 4). <http://irle.berkeley.edu/files/2004/Durkheim-and-Organizational-Culture.pdf>
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (2002). From Generalizations to Extrapolations and Transferability. In *Qualitative Research and Evaluation Methods* (3a ed., pp. 581-). SAGE Ltd.
- Macal, C. M., & North, M. J. (2007). Agent-Based Modeling and Simulation: Desktop ABMS. *Proceedings of the 2007 Winter Simulation Conference*, 95–106. https://www.researchgate.net/publication/221525970_Agent-based_modeling_and_simulation_Desktop_ABMS
- Mainzer, K. (2007). *Thinking in Complexity: The Complex Dynamics of Matter, Mind and Mankind* (5a ed.). Springer, Berlin Heidelberg.
- Maldonado, C. E. (2001). Esbozo de una Filosofía de la Lógica de la Complejidad. In Carlos E. Maldonado (Ed.), *Visiones Sobre la Complejidad* (2a ed., p. 258). Ediciones El Bosque.
- Maldonado, C. E. (2005). Ciencias de la Complejidad, Ciencias de los Cambios Súbitos. *ODEON*, 2, 40. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1776141
- Maldonado, C. E. (2006). Teoría de las Catástrofes y Teoría Financiera. *Odeon*, 003, 55–74. <http://www.redalyc.org/pdf/532/53200304.pdf>
- Maldonado, C. E. (2007). El Problema de una Teoría General de la Complejidad. In Universidad Externado de Colombia (Ed.), *Complejidad: Ciencia, Pensamiento y Aplicaciones* (1a ed., pp. 101–132). Lito Camargo Ltda.
- Maldonado, C. E. (2009). La complejidad es un problema, no una cosmovisión. In Jorge Alberto Forero Santos (Ed.), *Revista de Investigaciones U.C.M.* (Vol. 13, pp. 42–54). Universidad Católica de Manizales.
- Maldonado, C. E. (2011). *Temodinámica y Complejidad* (Editorial Linotipia (ed.); 1a ed.). Ediciones desde Abajo.
- Maldonado, C. E. (2012). ¿Qué son las ciencias de la complejidad? In *Derivas de Complejidad. Fundamentos científicos y filosóficos* (1a ed., pp. 7–102). Editorial Universidad del Rosario. [http://www.carlosmaldonado.org/articulos/Filosofía de la ciencia de la complejidad.pdf](http://www.carlosmaldonado.org/articulos/Filosofía%20de%20la%20ciencia%20de%20la%20complejidad.pdf)
- Maldonado, C. E. (2013a). *Derivas de Complejidad: Ciencias Sociales y Tecnologías Convergentes* (Carlos Eduardo Maldonado (ed.); 1a ed.). Editorial Universidad del Rosario.
- Maldonado, C. E. (2013b). *Significado e impacto social de las ciencias de la complejidad* (1a ed.). Ediciones desde abajo. [http://www.carlosmaldonado.org/articulos/Significado e impacto social de las ciencias de la complejidad.pdf](http://www.carlosmaldonado.org/articulos/Significado%20e%20impacto%20social%20de%20las%20ciencias%20de%20la%20complejidad.pdf)
- Maldonado, C. E. (2014). ¿Qué es un Sistema Complejo? *Revista Colombiana de Filosofía de La Ciencia*, 14, 87–93. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41438646004>
- Maldonado, C. E. (2015). Pensar la Complejidad, Pensar como Síntesis. *Cinta Moebio*, 54, 313–324. www.moebio.uchile.cl/54/maldonado.html

- Maldonado, C. E. (2016). Pensar la complejidad con ayuda de las lógicas no-clásicas. In L. Zoya (Ed.), *La emergencia de los enfoques de la complejidad en América Latina - Tomo* (1a ed., pp. 83–98). Comunidad Editora Latinoamericana. <http://comunidadeditora.org/libro-la-emergencia-de-los-enfoques-de-la-complejidad/>
- Maldonado, C. E., & Gómez C., N. (2011). *El Mundo de las Ciencias de la Complejidad: Una investigación Sobre que Son, Su Desarrollo y Posibilidades* (Carlos Eduardo Maldonado & N. Gomez Cruz (eds.); 1a ed.). Editorial Universidad Colego Mayor Nuestra Señora del Rosario.
- Maldonado, Carlos Eduardo. (2015). *Cuatro rasgos distintivos del determinismo*. Desde Abajo. <https://desdeabajo.info/ciencia-y-tecnologia/item/26847-cuatro-rasgos-distintivos-del-determinismo.html>
- Maldonado, Carlos Eduardo. (2016). Transformación de la no-Complejidad a la Complejidad. *INGENIERÍA*, 21(3), 411–426. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.reving.2016.3.a10>
- Maldonado, Carlos Eduardo, Vivas, L. J., Barrera, L. A. G., Galvis Villamizar, S., Bonilla, J. V., & Aristizábal Tobler, C. (2019). *Salud pública y complejidad. Historia, conceptos, ejes* (1a ed.). Editorial Universidad El Bosque. https://www.researchgate.net/publication/332224026_Salud_ycomo_grados_de_libertad
- Mandelbrot, B. (2009). *La Geometria Fractal de la Naturaleza* (Tusquets Editores (ed.); 3a ed.).
- March-Chorda, I., & Moser, J. (2008). *How Organisational Culture Affects Innovation in Large Sized ICT Firms: A Pilot Study*. http://www2.warwick.ac.uk/fac/soc/wbs/conf/olkc/archive/olkc6/papers/id_268.pdf
- Martin, J. (2002). *Organizational Culture: Mapping the Terrain* (1a ed.). SAGE publications.
- Martínez-García, M., & Hernández-Lemus, E. (2013). Health Systems as Complex Systems. *American Journal of Operations Research*, 3(1A), 113–126. <https://doi.org/10.4236/ajor.2013.31A011>
- Martínez Díaz, R., & Zapata Domínguez, A. (2013). Las ciencias sociales y los dispositivos de la complejidad. *Cuadernos de Administración / Universidad Del Valle*, 29(50), 124–131. <http://cuadernosdeadministracion.univalle.edu.co/index.php/cuadernosadmin/article/view/2260>
- Martins, E. C., & Terblanche, F. (2003). Building Organisational Culture that Stimulates Creativity and Innovation. *European Journal of Innovation Management*, 6, 64–74. <https://doi.org/10.1108/14601060310456337>
- Martins, E., & Martins, N. (2002). An Organizational Culture Model to Promote Creativity and Innovation. *SA Journal of Industrial Psychology*, 28(4), 58–65. <https://sajip.co.za/index.php/sajip/article/view/71/69>
- Matos Reyes, N. (2007). Como surgen las Características que Distinguen a las Organizaciones Innovadoras. Una Propuesta Metodológica. *Serie Documentos de Trabajo n.º 19 Universidad ESAN*, 1–39. https://mba.americaeconomia.com/sites/mba.americaeconomia.com/files/organizaciones_innovaciones.pdf
- Mazutis, D., & Slawinski, N. (2008). Leading Organizational Learning Through Authentic Dialogue. *Management Learning*, 39(4), 437–456. https://www.researchgate.net/publication/247748541_Leading_Organizational_Learning_Through_Authentic_Dialogue
- McCarthy, I. P., Rakotobe-Joel, T., & Frizelle, G. (2000). Complex systems theory: implications and promises for manufacturing organisations. *International Journal of Manufacturing Technology and Management*, 2(1/2/3/4/5/6/7), 559. <https://doi.org/10.1504/IJMTM.2000.001365>
- McDaniel Jr., R. R., Lanham, H. J., & Anderson, R. A. (2009). Implications of complex adaptive

- systems theory for the design of research on health care organization. *Health Care Manage Rev*, 34(2), 191–199. <https://doi.org/10.1097/HMR.0b013e31819c8b38>
- McLean, L. D. (2005). Organizational Culture's Influences on Creativity and Innovation: A Review of the Literature and Implications for Human Resources Development. *Advances in Developing Human Resources*, 7(2), 226–246. <https://doi.org/10.1177/1523422305274528>
- Mikulecky, D. C. (2006). Complexity Science as an Aspect of the Complexity Science. *Worldviews, Science and Us: Philosophy and Complexity*, 23. <http://www.people.vcu.edu/~mikuleck/Mikulcky.pdf>
- Millington, M. J., & Schultz, J. C. (2009). The Challenge of Organizational Culture in Quality Assurance Implementation. *Journal of Rehabilitation Administration*, 33(2), 121–130. http://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1201&context=sped_facpub
- Mitchel, M. (2009). *Complexity. A Guided Tour* (1a ed.). Oxford University Press.
- Mitleton-Kelly, E. (2003a). Complexity Research – Approaches and Methods: The LSE Complexity Group Integrated Methodology. In A. Keskinen, M. Aaltonen, & E. Mitleton-Kelly (Eds.), *Organisational Complexity* (1a ed., pp. 56–77). Finland Futures Research Centre (FFRC). Turku School of Economics and Business Administration.
- Mitleton-Kelly, E. (2003b). Ten Principles of Complexity and Enabling Infrastructures. In *Complex Systems and Evolutionary Perspectives of Organizations: the Application of Complexity Theory to Organisations* (1a ed., p. 35). London School of Economics. http://www.casa.ucl.ac.uk/ecid/EMK_The_Principles_of_Complexity.pdf
- Mitleton-Kelly, E., & Land, F. (2004). Complexity & Information Systems. *Blackwell Encyclopaedia of Management - Volume on Management Information Systems*, 17. https://www.researchgate.net/publication/38959094_Complexity_information_systems?enrichId=rgreq-40e8b399045be44524d73caf127c0ac0-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzM4OTU5MDk0O0FTOjEwMTUwNDUxODE5NzI1N0AxNDAxMjExOTcxNTE4&el=1_x_3&_esc=publicationCoverPdf
- Molina, Jose Luis. (2000). *El Análisis de Redes Sociales. Aplicaciones al Estudio de la Cultura en las Organizaciones*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Molina, José Luis. (2004). La Ciencia de las Redes. *Apuntes de Ciencia y Tecnología*, 11. <http://revista-redes.rediris.es/recerca/jlm/ars/ciencia.pdf>
- Morin, E. (1995). *Introducción al Pensamiento Complejo*. Gedisa, España. <https://es.slideshare.net/FranciscoParra30/introduccion-al-pensamiento-complejo-edgar-morin-59556185>
- Morris, A., Ross, W., & Ulieru, M. (2011). *Modelling Culture in Multi-agent Organizations*. 16. <http://www.theimpactinstitute.org/Publications/ample-submission-10.pdf>
- Munné, F. (2005). *¿Qué es la complejidad? What's complexity?* 19. <https://eleuterioprado.files.wordpress.com/2010/07/baixar-artigo-3.pdf>
- Muñoz-van den Eynde, A., Cornejo-Cañamares, M., Diaz-Garcia, I., & Muñoz, E. (2015). Measuring Innovation Culture: Development and Validation of a Multidimensional Questionnaire. *Advances in Research*, 4(2), 122–141. <https://doi.org/10.9734/AIR/2015/15533>
- Namakforoosh, M. N. (2007). *Metodología de la investigación* (2a ed.). Limusa / Noriega.
- Naranjo-Valencia, Julia C., & Calderon-Hernández, G. (2018). *Model of Culture for Innovation*. *Intech Open*, 13–34. <https://doi.org/10.5772/intechopen.81002>
- Naranjo-Valencia, Julia C., Jiménez, D. J., & Sanz-Valleb, R. (2012). ¿Es la cultura organizativa un determinante de la innovación en la empresa? *Cuadernos de Economía y Dirección de La*

- Empresa*, 15, 63–72. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1138575811001113>
- Naranjo-Valencia, Julia Clemencia, & Calderon-Hernández, G. (2010). La Investigación en Innovación en Colombia y México. Un Análisis dedse la Difusión en Revistas Científicas. *Dyna*, 77(162), 191–203. <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v77n162/a21v77n162.pdf>
- Naranjo Valencia, J. C., Sans Valle, R., & Jiménez Jiménez, D. (2008). Cultura Organizacional e Innovacion: un estudio empirico. *Asociación Europea de Dirección y Economía de Empresa. Congreso Nacional*, 1, 1–5. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2710833>
- Nass, K. L. N., & Merino, E. J. M. (2008). El Experimento Natural conmo un nuevo Diseño Cuasi-Experimental en Investigación Social y de Salud. *Ciencia y Enfermería*, 2, 9–12. https://www.researchgate.net/publication/243783609_The_Research_Methods_Knowledge_Base
- Navarro Cid, J. (2001). *Las Organizaciones Como Sistemas Abiertos Alejados del Equilibrio* [Universidad de Barcelona]. https://www.researchgate.net/publication/262562333_Navarro_J_2001_Las_Organizaciones_como_Sistemas_Abiertos_Alejados_del_Equilibrio
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The KnowledgeCreating Company: How Japanesse Companies Create The Dynamics of Innovation*. Oxford University Press.
- Obolensky, N. (2010). *Complex Adaptive Leadership: Embracing Paradox and Uncertainty* (1a ed.). Gower Publishing Limited.
- Obolensky, N. (2014). *Complex Adaptive Leadership* (2a ed.). Gower Publishing Limited. <https://books.google.com.co/books?id=sD7jBAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Omachonu, V. K., & Einspruch, N. G. (2010). Innovation in Healthcare Delivery Systems: A Conceptual Framework. *The Innovation Journal: The Public Sector Innovation Journal*, 15(1), 1–20. https://www.researchgate.net/publication/228632603_Innovation_in_Healthcare_Delivery_Systems_A_Conceptual_Framework
- Omona, W., & van der Weide, T. (2010). Using ICT to enhance Knowledge Management in higher education: A conceptual framework and research agenda. *International Journal of Education and Development Using Information and Communication Technology*, 6(4), 83–101. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1085009.pdf>
- Øvretveit, J., Andreen-Sachs, M., Carlsson, J., Gustafsson, H., & Hansson, J. (2012). Implementing organisation and management innovations in Swedish healthcare. *Journal of Health Organisation and Management*, 26(2), 237–257. <https://doi.org/10.1108/14777261211230790>
- Parker, D., & Stacey, R. (1996). Chaos, Administración y Economía: Las implicancias de un pensamiento no lineal. *Revista Libertas 24 (Mayo 1996)*, 79. http://www.eseade.edu.ar/files/Libertas/21_5_Parker_y_Stacey.pdf
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative Research and Evaluation Methods* (3ra ed.). Sage Publications Ltd.
- Peña, L. (1993). *Introducción a las Lógicas No Clásicas* (1a ed.). Instituto de Investigaciones Filosóficas.
- Peters, T. J. ., & Waterman Jr., R. H. (1982). *In Search of Excellence* (1a ed.). Harper and Row (1982), Editorial Norma (trad.) 1984.
- Pierpaololo, A. (2011). Complexity and Innovation. In P. Allen, S. Maguire, & B. McKelvey (Eds.), *The Sage Handbook of Complexity and Management* (1a ed., pp. 454–471). SAGE Publications Ltd.
- Plsek, P. E. (2003). Complexity and the Adoption of Innovation in Health Care. *National Institute for*

- Health Care Management Foundation*, 18. <https://www.nihcm.org/pdf/Plsek.pdf>
- Plsek, P. E., & Greenhalgh, T. (2001). The challenge of complexity in health care. *Education and Debate BMJ*, 323, 625–628.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1121189/pdf/625.pdf>
- Plsek, P. E., & Wilson, T. (2001). Complexity, leadership, and management in healthcare organisations. *BJM*, 323, 746–749. <https://doi.org/10.1136/bmj.323.7315.746>
- Poškiene, A. (2006). Organizational Culture and Innovations. *Engineering Economics*, 1(46), 45–50.
<https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=36058>
- Prigogine, I. (1961). *Termodinamic of Irreversible Processes* (2a ed.). Interscience Publishing. John Wiley & Sons.
- Prigogine, I. (1988). *¿Tan solo un ilusion?* (Tusquets Editores S. A. (ed.); 2a ed.).
- Prigogine, I. (1997). *El Fin de las Certidumbres*. Santillana S.A. Taurus.
- Quesada, A., & Canessa, E. (2010). Modelado basado en agentes: una herramienta para complementar el análisis de fenómenos sociales. *Avances En Psicología Latinoamericana*, 28(2), 226–238.
<http://www.scielo.org.co/pdf/apl/v28n2/v28n2a7.pdf>
- Quinn, J. B. (2000). Outsourcing Innovation : The New Engine of Growth. *Management*, 41(4), 13.
<https://doi.org/Article>
- Ramalingam, B., Jones, H., Reba, T., & Young, J. (2008). Exploring the science of complexity: Ideas and implications for development and humanitarian efforts. In *Overseas Development Institute* (2a ed.). Overseas Development Institute 111 Westminster Bridge Road London SE7 1JD.
<https://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/833.pdf>
- Reátegui, L. R. (2009). Pensamiento Complejo, Ciencias de la Complejidad y Renovación Curricular Retos para la UNICA. *Modelo Curricular Universitario Bajo El Enfoque de La Teoría Transcompleja*, 16. <https://es.scribd.com/document/24138973/EL-PENSAMIENTO-COMPLEJO>
- Reynoso, C. (2011). *Redes Sociales y Complejidad* (1a ed.). Universidad de Buenos Aires.
<http://carlosreynoso.com.ar/archivos/varios/Redes-y-complejidad2.pdf>
- Richardson, K. A. (2008). Managing Complex Organizations: Complexity Thinking and The Science and Art of Management. *E:CO*, 10(2), 13–26.
https://emergentpublications.com/ECO/ECO_papers/Issue_10_2_3_PR.pdf
- Richardson, K. A. (2011). Complexity and Management: A Pluralistic Vision. In *The SAGE Handbook Of Complexity and Management* (1a ed., p. 644). Sage Publications Ltd.
- Rodríguez Zoya, Leonardo G., & Leónidas Aguirre, J. (2011). Teorías de la Complejidad y Ciencias Sociales. Nuevas Estrategias Epistemológicas y Metodológicas. *Nómadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*, 30, 21. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=18120143010>
- Rodríguez Zoya, Leonardo G., & Roggero, P. (2014). La modelización y simulación computacional como metodología de investigación social. *Polis - Revista Latinoamericana*, 39, 1–21.
<http://journals.openedition.org/polis/10568%0A>
- Rodríguez Zoya, Leonardo Gabriel, & Roggero, P. (2015). Modelos basados en agentes: aportes epistemológicos y teóricos para la investigación social. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 40(225), 227–260. [https://doi.org/10.1016/S0185-1918\(15\)30025-8](https://doi.org/10.1016/S0185-1918(15)30025-8)
- Rogers, E. M. (1983). *Diffusion of innovations* (3rd ed.). The Free Press.
<https://www.amazon.com/Diffusion-Innovations-5th-Everett-Rogers/dp/0743222091>
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5a ed.). Free Press.
- Rogers, E. M., Medina, U. E., Rivera, M. A., & Wiley, C. J. (2005). *Complex Adaptive Systems and*

- the Diffusion of Innovations. *The Innovation Journal: The Public Sector Innovation Journal*, 10(3), 1–25.
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.442.4184&rep=rep1&type=pdf>
- Ruiz-Ibañez, C. (2012). Casos de innovación en salud en Colombia: retos y proyectos. *Revista Ingeniería Biomédica*, 6(11), 10–21. <https://revistas.eia.edu.co/index.php/BME/article/view/100>
- Ruiz, Y. B., & Naranjo, J. C. (2012). La investigación sobre cultura organizacional en Colombia: una mirada desde la difusión en revistas científicas. *Diversitas: Perspectivas En Psicología*, 8(2).
<http://www.redalyc.org/pdf/679/67925837006.pdf>
- San Miguel, M., Toral, R., & Eguíluz, V. M. (2005). Redes Complejas en la Dinámica Social. *NGURUAK, Revista Vasca de Sociología y Ciencia Política*, 42, 127–146. https://ifisc.uib-csic.es/raul/publications/O/O8_ste06.pdf
- Savery, C. A. (2005). *NNOVATORS OR LAGGARDS: SURVEYING DIFFUSION OF INNOVATIONS BY PUBLIC RELATIONS PRACTITIONERS* [The University of Akron].
https://etd.ohiolink.edu/pg_10?::NO:10:P10_ETD_SUBID:46351
- Schein, E. H. (2004a). *Organizational Culture and Leadership* (John Wiley and Sons (ed.); 3a ed.). Jossey Bass.
- Schein, E. H. (2004b). *Organizational Culture and Leadership* (3a ed.). Jossey Bass.
http://www.untag-smd.ac.id/files/Perpustakaan_Digital_2/ORGANIZATIONAL_CULTURE_Organizational_Culture_and_Leadership,_3rd_Edition.pdf
- Schomberg, L. von, & Blok, V. (2018). The turbulent age of innovation. *Synthese*, 1–17.
<https://doi.org/10.1007/s11229-018-01950-8>
- Seel, R. (2000). Culture and Complexity: New Insights on Organisational Change. *Culture & Complexity—Organisations & People*, 7(2), 2–9.
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?jsessionid=BC561344DB95D6205DC9B1F2EB2263C9?doi=10.1.1.453.523&rep=rep1&type=pdf>
- Serrano-Santoyo, A. (2013). Exploring a Framework for Innovation from the Perspective of Complexity Science. *Procedia Technology*, 9, 139–145.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212017313001692>
- Sharifirad, M. S., & Ataei, V. (2012). Organizational culture and innovation culture: exploring the relationships between constructs. *Leadership & Organization Development Journal*, 33(5), 494–517. <https://doi.org/10.1108/01437731211241274>
- Smircich, L. (1983). Concepts of Culture and Organizational Analysis. *Administrative Science Quarterly*, 28(3), 339–358. http://courses.washington.edu/ilis580/readings/Smircich_1983.pdf
- Solé, R. V., Bascompte, J., Delgado, J., Luque, B., & Manrubia, S. C. (1996). Complejidad en la Frontera del Caos. *Investigación y Ciencia*, 14–21.
<http://www.dmae.upm.es/WebpersonalBartolo/articulosdivulgacion/Inv+Ciencia0596.pdf>
- Soutar, G. N., & Ward, S. (2008). Looking at Behavioral Innovativeness: A Rasch Analysis. *Journal of Organizational and End User Computing*, 20(4), 1–22. <http://www.irma-international.org/viewtitle/3846/>
- Spooren, P., Mortelmans, D., & Denekens, J. (2007). Student evaluation of teaching quality in higher education: development of an instrument based on 10 Likert-scales. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 32(6), 667–669. <https://doi.org/10.1080/02602930601117191>
- Stacey, R. D. (1991). *The Chaos Frontier* (1a ed.). Butterword-Heinemann Limited.
- Stacey, R. D. (1996). *Complexity and Creativity in Organizations* (1a ed.). Berrett-Koehler Publishers, Inc.

- Stacey, R. D., Griffin, D., & Shaw, P. (2002). *Complexity and Management: Fad or Radical Challenge to Systems Thinking* (2a ed.). Routledge.
- Sterman, J. (1994). Learning In And About Complex Systems. *System Dynamics Review*, 10(2–3), 291–330. <https://doi.org/10.1002/sdr.4260100214> .
- Strogatz, S. (2000). *Non Linear Dynamics and Chaos* (1a.). Perseus Book Publishing LLC. <https://doi.org/0-7382-0453-6>
- Szczepańska-Woszczyzna, K. (2014). The Importance of Organizational Culture for Innovations in the Company. *Forum Scientiae Oeconomia*, 2(3), 27–39. https://www.researchgate.net/publication/269222787_The_importance_of_organizational_culture_for_innovation_in_the_company
- Talanquer, V. (2003). *Fractus, Fracta, Fractal* (3a ed.). Fondo de Cultura Económica.
- The Healt Foundation. (2010). *Complex Adaptive Systems*. 32. <http://www.health.org.uk/publication/complex-adaptive-systems>
- Tisue, S., & Wilensky, U. (2004). NetLogo: A Simple Environment for Modeling Complexity. *International Conference on Complex Systems*, 10. <https://ccl.northwestern.edu/papers/netlogo-iccs2004.pdf>
- Tolba, A. H., & Mourad, M. (2011). Individual and Cultural Factors Affecting Difussion of Innovation. *Journal of International Business and Cultural Studies*. <https://www.aabri.com/manuscripts/11806.pdf>
- Trochim, W. M. (2007). *Research Methods Knowledge Base*. https://www.researchgate.net/publication/243783609_The_Research_Methods_Knowledge_Base
- Universidad Nacional del Sur, A. (2018). *Análisis de redes sociales*. <http://ars-uns.blogspot.com.co/2013/11/ars-101-modularidad.html>
- Valente, T. W. (1995). Network Models of the Diffusion of Innovations. In *Computational and Mathematical Organization Theory*. Hampton Press, Inc. https://www.researchgate.net/publication/285789197_Network_Models_of_the_Diffusion_of_Innovations
- Van de Ven, A. H. (1986). Central Problems in the Management of Innovation. *Management Science*, 32(5), 590–607. https://pdfs.semanticscholar.org/8e2b/bfb35f9ff05096bb7d474ece7105595d3200.pdf?_ga=2.202578065.1871034186.1569370895-1244041400.1566406950
- Van de Ven, Andrew H., & Polley, D. E. (2001). *El Viaje de la Innovación*. Oxford University Press.
- Van den Bulte, C. (2001). Medical Innovation Revisited: Social Contagion versus Marketing Effort. *American Journal of Sociology*, 106(5), 1409–1435. <https://doi.org/10.1086/320819>
- Vieira, E., Neira, I., & Ferreira, P. (2010). Culture impact on innovation: Econometric analysis of European countries. *International Journal of Cross-CulturalManagement*, 1–39.
- Viriyakul, P. (2011). Organization Culture Affecting Knowledge Management for Organization Effectiveness: A Case Study of Industrial Entities in Chachoengsao Industrial Estate. *International Journal of Arts and Sciences*, 4(6). <http://fms.rru.ac.th/web0/images/document/pornpimol.pdf>
- Walby, S. (2003). Complexity Theory, Globalisation and Diversity. *Conference of the British Sociological Association, University of York*, 22. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.469.8698&rep=rep1&type=pdf>
- Waldrop, M. M. (1992). *Complexity: The Emerging Science at The Edge of Order and Chaos*. Simon & Schuster.

- Waldrop, M. M. (1994). *Complexity: the Emergent Science at the Edge of Order and Chaos*. Touchstone Books.
- Wallerstein, I. (1995). *Abrir las Ciencias Sociales- Informe de la Comisión Gulbenkian para la Reestructuración de las Ciencias Sociales* (1a ed.). Impresores Aldina S.A.
- Wan, W. K., Ismail, & Rahuma, A. M. (2007). Framework of the culture of innovation: A revisit. *Jurnal Kemanusiaan*, 9, 1–12.
https://www.academia.edu/1205496/Framework_of_the_culture_of_innovation_a_revisit
- Wang, C. L., & Ahmed, P. (2004). The Development and Validation of the Organizational Innovativeness Construct Using Confirmatory Factor Analysis. *European Journal of Innovation Management*, 7(4), 303–313. <https://doi.org/10.1108/14601060410565056>
- Watts, D. J. (2003). *Six Degrees. The Science of a Connected Age*. W. W. Norton & Company.
- Watts, D. J., & Strogatz, S. H. (1998). Collective Dynamics of ‘Small-World’ Networks. *Nature*, 393, 440–442. <http://worrydream.com/refs/Watts-CollectiveDynamicsOfSmallWorldNetworks.pdf>
- Wikipedia.org. (2020). *Mecanicismo*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Mecanicismo>
- Willmot, H. (2007). La fuerza es la ignorancia, la esclavitud es la libertad: la gestión de la cultura en las organizaciones modernas. In E. Siglo XX (Ed.), *Vigilar y organizar* (pp. 103–160).
- Yilmaz, L. (2007). InnovationSystemsareSelf-organizing ComplexAdaptiveSystems. *Creative Intelligent Systems, Papers from the 2008 AAAI Spring Symposium*, 1–7.
https://www.researchgate.net/publication/221250774_Innovation_Systems_Are_Self-organizing_Complex_Adaptive_Systems
- Yin, R. K. (2009). *Case Study Research. Design and Methods* (4a ed.). SAGE Ltd.
- Young, T. R., & Kiel, L. D. (1994). Chaos and Management Science: Control, Prediction and Nonlinear Dynamics. *Red Feather Institute Series on Non-Linear Social Dynamics*, 006.
<http://critcrim.org/redfeather/chaos/manag.htm>
- Zainal, Z. (2007). Case study as a research method. *Jurnal Kemanusiaan*, 1–6.

ANEXOS

Anexo A Cuestionario de información sociodemográfica y medición de la cultura de la innovación

CUESTIONARIO PARA MEDICIÓN DE LA DIFUSIÓN/ADOPCIÓN DE LA INNOVACIÓN

Estimado participante: soy estudiante de posgrado en la Universidad del Valle. En el momento estoy concluyendo mi investigación de Maestría en Ciencias de la Organización y requiero de su valioso apoyo para la recolección de información referente al proceso de innovación en la unidad a la que usted está adscrito

La información será utilizada como base para la implementación de un modelo computacional en sistemas multiagente. Para este propósito he elaborado la presente encuesta que le agradezco diligenciar completamente y de manera objetiva. Toda la información consignada es anónima y de estricto carácter confidencial. Se utilizará exclusivamente con fines académicos.

Recuerde que no existen contestaciones buenas o malas, la respuesta correcta es aquella que expresa verídicamente su propia opinión, por lo cual su sinceridad es crucial para el éxito de este proyecto.

Gracias.

INFORMACIÓN SOCIO-DEMOGRÁFICA

Edad	Estado Civil		Antigüedad	Género	
(Años)	Soltero	Casado	(Años)	H	M
Nivel de Estudio				Función en Sala	
Profesional				Cirujano (a)	
Especialización				Auxiliar Cirujano (a)	
Maestría				Anestesiólogo(a)	
Doctorado				Perfusionista	
Pos-Doctorado				Enfermero (a)	

		NUNCA	RARA VEZ	ALGUNAS VECES	A MENUDO	SIEMPRE
1	Mis compañeros a menudo me piden consejos o información.					
2	Disfruto probando nuevas ideas.					
3	Busco nuevas formas de hacer las cosas.					
4	Generalmente soy cauteloso al aceptar nuevas ideas.					
5	Frecuentemente improviso métodos para resolver un problema cuando una respuesta no es aparente.					
6	Sospecho de nuevos inventos y nuevas formas de pensar.					
7	Raramente confío en nuevas ideas hasta que puedo ver si la gran mayoría de las personas que me rodean las aceptan					
8	Siento que soy un miembro influyente de mi grupo de compañeros.					
9	Me considero creativo y original en mi pensamiento y comportamiento.					
10	Soy consciente de que generalmente soy una de las últimas personas en mi grupo en aceptar algo nuevo.					
11	Soy una persona inventiva.					
12	Me gusta participar en las responsabilidades de liderazgo del grupo al que pertenezco.					
13	Soy reacio a adoptar nuevas formas de hacer las cosas hasta que las veo trabajando para las personas que me rodean.					
14	Encuentro estimulante ser original en mi pensamiento y comportamiento.					
15	Tiendo a sentir que la vieja forma de vivir y hacer las cosas es la mejor manera.					
16	Me desafían las ambigüedades y los problemas sin resolver.					
17	Debo ver a otras personas usando nuevas innovaciones antes de considerarlas.					
18	Soy receptivo a las nuevas ideas.					

19	Me desafían las preguntas sin respuesta.						
20	A menudo me encuentro escéptico ante las nuevas ideas.						
21	Observo los nuevos equipos para mi trabajo y me cuestiono sobre su construcción, dispositivos asociados y si realmente introducen mejoras.						
22	Imagino nuevos y mejores equipos para mi trabajo con base en la tecnología de que dispongo habitualmente.						
23	Observo los equipos nuevos adoptados para mi trabajo, su funcionamiento, sus bondades o defectos y vislumbro posibilidades de mejora.						
24	Permanezco en internet comentando sobre ideas y desarrollos de nueva tecnología con profesionales de otras instituciones a nivel nacional e internacional.						
25	Adquiero dispositivos de última tecnología aun antes de salir al mercado						
26	Los cursos de formación me aportan ideas clave para la adopción de nuevas tecnologías.						
27	Valoro la información sobre tecnología en catálogos para la aceptación de nuevos equipos para el trabajo en mi dependencia.						
28	Considero importante los datos que suministran los proveedores sobre las bondades de sus nuevos dispositivos para mi trabajo.						
29	Las conferencias sobre nuevas tecnologías que dictan expositores de las diferentes empresas me parecen apropiadas.						
30	Para mí, la información en internet sobre desarrollos tecnológicos aplicables a mi trabajo es importante.						

31. Sobre este listado indique de 1 a 7 en qué medida las personas están bien informadas sobre los avances tecnológicos en equipos para el trabajo en su Departamento.

1 indica la menor actualización en innovación y 7 indica la mayor actualización. Marque con X.

Nombre	1	2	3	4	5	6	7